

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ
& ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

Π.Μ.Σ. «ΧΩΡΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**“Ανάλυση χρήσεων γης της λεκάνης απορροής
του Πηνειού ποταμού
για τον προσδιορισμό περιβαλλοντικών πιέσεων ”**

Σαμαντζή Κ. Βασιλική



**Εξεταστική Επιτροπή:
Λασπίδου Χρυσή (Επιβλέπουσα)
Χριστοπούλου Όλγα
Πολύζος Σεραφείμ**

Βόλος 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2012-2013 στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών με τίτλο: «Χωρική Ανάλυση και Διαχείριση Περιβάλλοντος» του Τμήματος Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Επιβλέπουσα της διπλωματικής εργασίας ήταν η κ. Λασπίδου Χρυσή, Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, την οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω για την ανάθεση του θέματος, το οποίο τελικά αποδέχτηκε εξαιρετικά ενδιαφέρον. Η συμβολή της στο ξεκίνημα και στην ολοκλήρωση της εργασίας ήταν καθοριστική.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άλλα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής την κ. Χριστοπούλου Όλγα, Καθηγήτρια και τον κ. Πολύζο Σεραφείμ, Αναπληρωτή Καθηγητή για την πολύτιμη συμβολή τους στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής εργασίας μου.

Πολλοί ήταν αυτοί, που βοήθησαν τόσο στη συγκέντρωση των στοιχείων όσο και στην επεξεργασία τους και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

- Τους εκπροσώπους των Ενώσεων Αγροτικών Συνεταιρισμών της περιοχής μελέτης, που μου παρείχαν τα απαιτούμενα στοιχεία, και συγκεκριμένα τον κ. Κατσαρό Γ. της ΕΑΣ Ελασσόνας, τον κ. Παπακωνσταντίνου Κ. της ΕΑΣ Λάρισας, Τυρνάβου και Αγιάς, τον κ. Μακρυγιάννη Κ. της ΕΑΣ Φαρσάλων, τον κ. Βράντζα Γ. της ΕΑΣ Τρικάλων, τον κ. Σίτα Ι. της ΕΑΣ Καλαμπάκας, την κα. Ζλατούδη Θ. της ΕΑΣ Βόλου, καθώς και το Διευθυντή του ΟΠΕΚΕΠΕ στη Λάρισα κ. Βαλιώτη Αθ., για την καθοριστική παρέμβασή του στην εξέλιξη της εργασίας.
- Τον κ. Καρυώτη Θ., ερευνητή του ΙΧΤΕΛ του ΕΘΙΑΓΕ στη Λάρισα για την παραχώρηση εργασιών του σχετικά με τη νιτρορρύπανση.
- Τον κ. Τσομπάνογλου Στέλιο, Δρ. Μηχανικό Χωροταξίας, για τις συμβουλές και τη βοήθειά του στην επεξεργασία των στοιχείων και την ψηφιακή απεικόνισή τους με τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών.

- Τη φίλη μου κ. Δόκου Ζωή, Δρ. Μηχανικό Περιβάλλοντος για την καθοριστική συμβολή της στην επεξεργασία των στοιχείων και στην εξέλιξη της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη συνεχή υποστήριξη, υλική και πνευματική, που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, η μείωση της ποσότητάς τους και οι κακές μέθοδοι διαχείρισης είναι θέματα επίκαιρα και άκρως σημαντικά. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα αναλυθεί η υφιστάμενη κατάσταση της λεκάνης απορροής του ποταμού Πηνειού στη Θεσσαλία. Θα γίνει περιγραφή της περιοχής μελέτης, περιγραφή των χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής του ποταμού, καθώς και καταγραφή των περιβαλλοντικών πιέσεων στη λεκάνη από τις χρήσεις γης. Συγκεκριμένα, θα αναλυθούν οι σημειακές πιέσεις, δηλαδή οι πιέσεις από αστικά υγρά απόβλητα, από τη βιομηχανία, εκροές μονάδων επεξεργασίας υγρών αποβλήτων και άλλες πηγές. Επιπλέον, θα προσδιοριστούν οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης, που προέρχονται από την καλλιέργεια της αγροτικής γης και τη χρήση λιπασμάτων και την κτηνοτροφία. Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι ο προσδιορισμός των ρυπαντικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου, που προέρχονται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία και η κατανομή τους στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού. Τέλος, θα προκύψουν συμπεράσματα και θα προταθούν λύσεις για την αναβάθμιση της ποσοτικής και ποιοτικής κατάστασης των υδάτων του Πηνειού ποταμού.

Λέξεις κλειδιά: Πηνειός ποταμός, χρήσεις γης, υπερεκμετάλλευση υδατικών πόρων, σημειακή και μη ρύπανση υδάτων.

SUMMARY

The degradation of water quality, the reduction of their quantity and the bad management methods are issues really important nowadays. In this paper the current situation of the basin of the Pinios river (Thessaly) is being analyzed. There is a description of the study area, a description of the land uses in the river basin and a recording of the environmental pressures due to land uses. Specifically, there is a determination of the point pressures (pressures from domestic wastewater, industrial wastewater, outflows of wastewater treatment plants). Furthermore, the non-point sources of pollution from agriculture and livestock are being defined. Finally, conclusions and proposals are referred in order to upgrade the water quality of Pinios river.

***Keywords:** Pinios river, land uses, overexploitation of water resources, point and non – point pollution.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Το νερό.....	1
1.1. Εισαγωγή.....	1
1.2. Το νερό.....	2
1.3. Η κατάσταση στην Ελλάδα.....	3
1.4. Νομοθεσία για την προστασία του νερού.....	6
1.5. Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΚ.....	8
 2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Προβλήματα των υδατικών πόρων.....	16
2.1. Εισαγωγή.....	16
2.2. Προβλήματα ποσότητας των υδατικών πόρων.....	16
2.3. Προβλήματα ποιότητας των υδατικών πόρων.....	18
2.3.1. Γεωργία.....	22
• Λιπάσματα.....	22
• Φυτοφάρμακα.....	24
2.3.2. Κτηνοτροφία.....	26
2.3.3. Αστικά λύματα.....	28
2.3.4. Βιομηχανικά απόβλητα.....	31
2.3.5. Άλλες πηγές ρύπανσης.....	33
 3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Περιγραφή της περιοχής μελέτης.....	36
3.1. Περιφέρεια Θεσσαλίας.....	36
3.1.1. Γενικά.....	36
3.1.2. Χρήσεις γης.....	38
3.1.3. Τομείς ανάπτυξης.....	40
• Πρωτογενής τομέας	
• Δευτερογενής τομέας	
• Τριτογενής τομέας	
3.1.4. Τουρισμός – Φυσικό περιβάλλον.....	42
3.1.5. Γεωμορφολογία.....	43
3.1.6. Γεωλογία.....	44

3.1.7. Υδρογεωλογία.....	45
3.1.8. Τεκτονική.....	48
3.1.9. Σεισμικότητα.....	49
3.1.10. Κλίμα.....	51
3.2. Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας.....	52
3.3. Λεκάνη απορροής Πηνειού ποταμού.....	53
3.4. Πηνειός ποταμός.....	54
3.5. Υδατικά έργα στη Θεσσαλία.....	59
3.6. Λίμνη Κάρλα.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Η κατάσταση στη Θεσσαλία.....	63
4.1. Εισαγωγή.....	63
4.2. Προβλήματα ποσότητας των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία.....	64
4.2.1. Γενικά.....	64
4.2.2 Επιφανειακά νερά.....	65
4.2.3. Υπόγεια νερά.....	66
4.3. Προβλήματα ρύπανσης των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία.....	71
4.3.1. Έρευνες – μελέτες για τη ρύπανση του Πηνειού.....	74
Ανάλυση περιβαλλοντικών πιέσεων.....	81
4.3.2. Γεωργία.....	81
4.3.3. Κτηνοτροφία.....	83
4.3.4. Αστικά υγρά απόβλητα.....	83
4.3.5. Βιομηχανικά απόβλητα.....	85
4.3.6 Αστικά στερεά απόβλητα.....	86
4.4. Συνέπειες.....	89
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Ανάλυση ρυπαντικών φορτίων.....	95
5.1. Εισαγωγή.....	96
5.1.1. Γεωργία.....	94
5.1.2. Κτηνοτροφία.....	98
5.2. Υλικά και Μέθοδοι.....	100
5.2.1. Υπολογισμός φορτίων από τη γεωργία.....	103
5.2.2. Υπολογισμός φορτίων από την κτηνοτροφία.....	107

5.2.3. Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.....	110
5.2.4. Κατανομή φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.....	111
5.3. Αποτελέσματα και συζήτηση.....	113
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	116
6.1. Συμπεράσματα.....	116
6.2. Προτάσεις.....	117
6.2.1. Αντιμετώπιση των προβλημάτων ποσότητας των υδατικών πόρων.....	117
6.2.2. Αντιμετώπιση των προβλημάτων ποιότητας των υδατικών πόρων.....	118
6.2.2.1. Γεωργία.....	120
6.2.2.2. Κτηνοτροφία.....	122
6.2.2.3 – Αστικά υγρά απόβλητα.....	124
6.2.2.4 – Βιομηχανικά απόβλητα.....	124
6.2.2.5 – Άλλες πηγές ρύπανσης.....	125
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	126
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	134

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Κεφάλαιο 2

Πίνακας 2.1: Επίπεδα εκπομπής στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

Πίνακας 2.2: Σύσταση στερεών αποβλήτων.

Κεφάλαιο 3

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά των νομών της Θεσσαλίας.

Πίνακας 3.2: Περιοχές NATURA στη Θεσσαλία.

Πίνακας 3.3: Ισχυροί Ιστορικοί σεισμοί στη Θεσσαλία.

Κεφάλαιο 4

Πίνακας 4.1: Οι δέκα διαφορετικές ζώνες πηγών ρύπανσης του Πηνειού.

Πίνακας 4.2: Υφιστάμενες ΕΕΛ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας.

Πίνακας 4.3: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στις διαχειριστικές ενότητες.

Πίνακας 4.4: ΧΥΤΑ Θεσσαλίας.

Κεφάλαιο 5

Πίνακας 5.1: Ημερήσιο παραγόμενο φορτίο ανά κεφαλή ζώου.

Πίνακας 5.2: Κύριες καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού.

Πίνακας 5.3: Προτεινόμενες ποσότητες λίπανσης ανά καλλιέργεια σε κιλά ανά στρέμμα.

Πίνακας 5.4: Ποσότητα λίπανσης ανά καλλιέργεια, που χρησιμοποιήθηκε σε κιλά ανά στρέμμα.

Πίνακας 5.5: Συντελεστές απορρόφησης και πλεονάσματος ανά καλλιέργεια (%).

Πίνακας 5.6: Αριθμός και είδος των εκτρεφόμενων ζώων στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Πίνακας 5.7: Βάρος ζώων σε κιλά.

Πίνακας 5.8: Ζωικά απόβλητα σε κιλά ανά μέρα ανά τόνο σωματικού βάρους και σε κιλά ανά έτος ανά τόνο σωματικού βάρους.

Πίνακας 5.9: Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία σε τόνους ανά χρόνο στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 4

Γράφημα 4.1: Πτώση στάθμης σε γεωτρήσεις στο νομό Λάρισα.

Κεφάλαιο 5

Γράφημα 5.1: Κατανομή καλλιεργειών στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Γράφημα 5.2: Κατανομή ζώων στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Γράφημα 5.3: Κατανομή φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Κεφάλαιο 3

Χάρτης 3.1: Η Θεσσαλία.

Χάρτης 3.2: Χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού.

Χάρτης 3.3: Περιοχές NATURA στη Θεσσαλία.

Χάρτης 3.4: Υδρολιθολογικός χάρτης του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας.

Χάρτης 3.5: Οι εφελκυστικές τάσεις (διπλά βέλη), που επεκτείνουν το φλοιό της Θεσσαλίας κατά τη διεύθυνση βορρά – νότου και προκαλούν ρήγματα με διεύθυνση ανατολής – δύσης.

Χάρτης 3.6: Οι δομές της Θεσσαλίας.

Χάρτης 3.7: Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας (ΕΑΚ, 2000).

Χάρτης 3.8: Ο Πηνειός ποταμός και οι παραπόταμοί του.

Κεφάλαιο 4

Χάρτης 4.1: Ο Πηνειός ποταμός και τα σημεία δειγματοληψίας.

Χάρτης 4.2: Χάρτης της Θεσσαλίας, όπου φαίνεται ο Πηνειός ποταμός και οι παραπόταμοί του.

Κεφάλαιο 5

Χάρτης 5.1: ΟΤΑ Θεσσαλίας προ και μετά Καλλικράτη.

Χάρτης 5.2: Δημοτικά διαμερίσματα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Χάρτης 5.3: Κατανομή φορτίων αζώτου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από τη γεωργία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Χάρτης 5.4: Κατανομή φορτίων φωσφόρου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από τη γεωργία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Χάρτης 5.5: Κατανομή φορτίων αζώτου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Χάρτης 5.6: Κατανομή φορτίων φωσφόρου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

ΕΙΚΟΝΕΣ

Κεφάλαιο 3

Εικόνα 3.1: Ο Πηνειός στην πόλη της Λάρισας.

Εικόνα 3.2: Συμβολή των ποταμών Τιταρήσιου και Πηνειού λίγο πριν τα Τέμπη στην περιοχή της Ροδιάς.

Εικόνα 3.3: Βαρέλια πόσιμου νερού, 1930.

Εικόνα 3.4: Σακατζής (νερουλάς), 1931.

Εικόνα 3.5: Πέρασμα με βάρκες, 1945.

Εικόνα 3.6: Ψαράς στον Πηνειό.

Κεφάλαιο 4

Εικόνες 4.1 και 4.2: Ρύπανση του Πηνειού στην περιοχή Ασμάκι Λάρισας (2007).

Εικόνα 4.3: Οι εκβολές του Πηνειού.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Κεφάλαιο 3

Σχήμα 3.1: Ρύπανση των επιφανειακών υδάτων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Σχήμα 3.2: Ρύπανση των υπογείων υδάτων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία αναλύονται οι χρήσεις γης της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού στη Θεσσαλία, προκειμένου να προσδιοριστούν οι περιβαλλοντικές πιέσεις, που ασκούνται στην περιοχή, και προτείνονται μέτρα για την αναβάθμισή της.

Στο Κεφάλαιο 1 γίνεται περιγραφή του νερού ως φυσικού πόρου, αναφέρονται τα προβλήματα, που έχουν προκύψει τα τελευταία χρόνια, καθώς και η προσπάθεια, που γίνεται από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την Ελλάδα μέσα από νομοθετήματα για την προστασία των υδατικών πόρων.

Στο Κεφάλαιο 2 περιγράφονται τα προβλήματα, που αντιμετωπίζουν τα υδατικά αποθέματα σήμερα, που είναι τόσο προβλήματα ποσότητας, καθώς οι ποσότητές τους συνεχώς μειώνονται, όσο και προβλήματα ποιότητας, αφού εξαιτίας της υδατικής ρύπανσης, που υφίστανται τα υδάτινα σώματα, γίνονται ακατάλληλα για χρήση.

Στο Κεφάλαιο 3 γίνεται περιγραφή της Θεσσαλίας. Περιγράφονται τα γεωμορφολογικά, γεωλογικά, υδρογεωλογικά, τεκτονικά, σεισμολογικά, κλιματολογικά στοιχεία της Θεσσαλίας. Παράλληλα, δίνονται στοιχεία για την ανάπτυξη, τον τουρισμό και τις χρήσεις γης της περιοχής.

Στο Κεφάλαιο 4 αναλύονται οι περιβαλλοντικές πιέσεις, που δέχεται η περιοχή της Θεσσαλίας και της λεκάνης απορροής του Πηνειού. Αναφέρονται τα προβλήματα ανεπάρκειας των υδατικών πόρων, που αντιμετωπίζει η θεσσαλική πεδιάδα, καθώς και τα προβλήματα ρύπανσης των υδάτων από τα ρυπαντικά φορτία, που καταλήγουν στον Πηνειό και τους παραποτάμους του και προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Στο Κεφάλαιο 5 αναλύονται οι κύριες μη σημειακές πηγές ρύπανσης της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού, δηλαδή οι πιέσεις από τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Με τη βοήθεια των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών γίνεται απεικόνιση της κατανομής των ρυπαντικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Στο Κεφάλαιο 6 συνοψίζονται όσα ειπώθηκαν και προτείνονται μέτρα για τη βελτίωση της ποσοτικής και ποιοτικής κατάστασης του Πηνειού ποταμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΤΟ ΝΕΡΟ

1.1 - Εισαγωγή

Ο Odum (1975) αναφέρει ότι, ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να ικανοποιήσει τις ανάγκες του καταστρέφει όλο και περισσότερο τις βιολογικές προϋποθέσεις της ύπαρξής του. Είναι όμως ετερότροφος οργανισμός, υπάγεται στους τελευταίους κρίκους της οικολογικής αλυσίδας και εξαρτάται σταθερά από το φυσικό περιβάλλον, παρόλη την τεχνολογική του εξέλιξη. Δυστυχώς τις τελευταίες δεκαετίες δημιουργήθηκαν αρκετά περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού σε συνδυασμό με την κακή διαχείριση των φυσικών πόρων. Ο υπερπληθυσμός οδήγησε σε υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών. Ο ανθρώπινος πληθυσμός συνεχώς αυξάνεται και αναμένεται ότι μέχρι το 2025 θα έχει φτάσει τα 8 δισεκατομμύρια ανθρώπων. Για να εξασφαλιστεί για αυτούς τους ανθρώπους ακόμα και μια διατροφή συντήρησης χωρίς κρέας, απαιτείται ο διπλασιασμός της παραγωγής και της διανομής τροφής, δηλαδή μεγαλύτερη κατανάλωση φυσικών πόρων και καταστροφή του περιβάλλοντος (Miller, 2004).

Αρχικά η δυναμική λειτουργία του βιοφυσικού χώρου κατόρθωνε να αντισταθμίζει και να εξισορροπεί τις ανθρώπινες επεμβάσεις και συμπεριφορές. Αλλά αργότερα, η οργάνωση του παραγωγικού συστήματος σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις για καταναλωτικά αγαθά και νέες ανάγκες, σε μια εκρηκτικά αυξανόμενη πληθυσμιακή ανθρώπινη κοινωνία, οδήγησε στην ένταση της βιομηχανικής δραστηριότητας, στη διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και στη δημιουργία νέων ηθών και συμπεριφορών στις ανθρώπινες σχέσεις (Αθανασάκης & Κουσουρής, 1987).

Υπάρχουν πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα, που ο ανθρώπινος πληθυσμός αντιμετωπίζει σήμερα. Το νερό, που προορίζεται για πόση, συχνά είναι ακατάλληλο εξαιτίας των ρυπαντικών φορτίων, που καταλήγουν σ' αυτό. Η εντατική ζήτηση για ξύλο σαν καύσιμο έχει οδηγήσει σε καταστροφή των δασών και διάβρωση του εδάφους. Τα είδη της άγριας ζωής κινδυνεύουν με εξαφάνιση. Τα αστικά κέντρα συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος του πληθυσμού και απειλούνται από τη ρύπανση του αέρα. Όλα τα παραπάνω είναι αποτέλεσμα του εντατικού τρόπου ζωής, που μαζί με την

αύξηση του πληθυσμού, προκαλούν την υποβάθμιση του περιβάλλοντος (Chivas et al., 2010).

1.2 – Το νερό

Το νερό μπορεί να θεωρηθεί φυσικός πόρος, κοινωνικό και οικονομικό αγαθό, και περιβαλλοντικό στοιχείο. Σε σχέση με τους άλλους φυσικούς πόρους και με άλλα οικονομικά αγαθά, το νερό έχει μια ιδιαιτερότητα: είναι μοναδικό και αναντικατάστατο. Το νερό αποτελεί προϋπόθεση για την ανθρώπινη ύπαρξη και ζωή στον πλανήτη και δεν έχει υποκατάστατο στην ανάπτυξη (Σούλιος, 2004). Είναι βασικό στοιχείο διατήρησης και ανάπτυξης της ζωής στον πλανήτη.

Το νερό σαν τροφή και σαν πρώτη ύλη είναι τόσο στενά συνδεδεμένο με τη ζωή, ώστε να μπορεί να περιγράψει την ανθρώπινη πολιτιστική εξέλιξη. Ο άνθρωπος απαιτεί πόσιμο γλυκό νερό για να επιβιώσει, γι' αυτό και σε όλη την περίοδο της εξέλιξής του ζούσε κοντά σε ποταμούς και λίμνες. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το νερό σχεδόν σε όλες τις καθημερινές του ασχολίες, όπως και στις καλλιέργειες, σαν υλικό μεταφοράς, στις βιομηχανίες και άλλα (Αθανασάκης & Κουσουρή, 1987).

Οι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι είναι δυνατόν να χαρακτηριστούν ως ανεξάντλητοι, όταν η ταχύτητα χρήσης τους είναι ίση με την ταχύτητα ανανέωσής τους. Ωστόσο, μπορούν να εξαντληθούν, όταν η χρήση τους καταστρέφει την ισορροπία της ανανέωσής τους και έτσι καταλήγουν στην κατηγορία των μη ανανεώσιμων πόρων. Με την ταχύτητα, που χρησιμοποιούνται σήμερα οι υδατικοί πόροι, και με την επέμβαση, που έχει γίνει στον υδρολογικό κύκλο, σε πολλές περιπτώσεις έχει καταστραφεί η δυναμική ισορροπία ανανέωσης των πόρων αυτών, δημιουργώντας ανησυχία για το ότι πολλοί από τους διαθέσιμους σήμερα υδατικούς πόρους δε θα είναι διαθέσιμοι στις μελλοντικές γενιές (Λέκκας, 1996).

Οι υδατικοί πόροι δεν είναι απεριόριστοι και σε πολλές περιοχές του κόσμου δεν είναι καν επαρκείς. Η ανεπάρκειά τους αυτή συνιστά μέγιστο εμπόδιο στην ανάπτυξη. Σε παγκόσμιο επίπεδο η κατανάλωση για διάφορες χρήσεις (οικιακή-αστική, βιοτεχνική, βιομηχανική, αρδευτική-αγροτική) αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Η προσφορά όμως είναι δεδομένη, ορισμένη και με κάποια ανώτερα όρια. Γενικά παρατηρείται ότι η χωρο-χρονική κατανομή της προσφοράς (διαθεσιμότητα) και της ζήτησης (κατανάλωση) νερού είναι αντίστροφες. Αυτά θέτουν το πρόβλημα της διαχείρισης των υδατικών πόρων (Σούλιος, 2004, Γεωργόπουλος, 2006). Επιπλέον,

μόνο ένα μικρό κλάσμα (2,5%) του νερού του πλανήτη είναι πόσιμο, οπότε η πιθανότητα διαμάχης για τη χρήση του νερού από γειτονικά κράτη αποτελεί σημαντικό παγκόσμιο θέμα.

Παράλληλα, η ρύπανση της υδρόσφαιρας αναφέρεται στην υποβάθμιση της ποιότητας του νερού από χημική, φυσική ή βιολογική άποψη. Κατά τη διάρκεια του υδρολογικού κύκλου το νερό είτε μπορεί να δεχτεί ρύπους από τον αέρα είτε οι ρύποι αυτοί να διαλυθούν στο νερό κατά το πέρασμά του από κοντά τους (Γεωργόπουλος, 2006). Διάφορα υλικά ρυπαίνουν τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά, όπως τα βαρέα μέταλλα, ο υδράργυρος, ο μόλυβδος, τα πετρελαιοειδή, τα λιπάσματα, τα απορρυπαντικά, οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις. Παράλληλα, η ύπαρξη παθογόνων μικροοργανισμών ή ιών στο νερό, προκαλεί μόλυνση του νερού και ασθένειες στον άνθρωπο ή τα ζώα.

1.3 - Η κατάσταση στην Ελλάδα

Γενικά η Ελλάδα θεωρείται «πλούσια» σε υδατικά αποθέματα. Κύριο λόγο παίζει το ανάγλυφο της χώρας, που δημιουργεί πυκνό υδρογραφικό δίκτυο και πολλά ποτάμια, που δέχονται τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Παράλληλα, το μεγαλύτερο μέρος της Ελλάδας καλύπτεται από υδροπερατά πετρώματα, που ευνοούν τη διείσδυση και κυκλοφορία υδάτων.

Στην Ελλάδα τα υδατικά αποθέματα και η υδατική διαχείριση παρουσιάζουν ιδιομορφίες. Συνοπτικά, τα κυριότερα χαρακτηριστικά είναι (Στουρνάρας, 2007):

- Ανομοιόμορφη χρονική κατανομή των κατακρημνισμάτων, καθώς σχεδόν το 85% αυτών εκδηλώνονται κυρίως τη χειμερινή περίοδο.
- Χωρική ανισοκατανομή των κατακρημνισμάτων, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό τους εκδηλώνεται στη Δυτική Ελλάδα δυτικά της οροσειράς της Πίνδου.
- Άνιση χρονική κατανομή της ζήτησης, καθώς οι αυξημένες υδατικές ανάγκες εμφανίζονται τη θερινή περίοδο, αλλά και χωρική ανισοκατανομή της ζήτησης, καθώς οι υδατικές ανάγκες είναι ιδιαίτερα αυξημένες στα αστικά κέντρα, εξαιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης πληθυσμού εκεί.

- Η βόρεια Ελλάδα δέχεται νερά από τα βαλκανικά κράτη, με τα οποία συνορεύει, καθώς από τη Βουλγαρία ξεκινούν ο Έβρος, ο Νέστος και ο Στρυμόνας, ενώ ο Αξιός από την Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας.
- Η έντονη γεωλογική και γεωμορφολογική διάρθρωση της χώρας.
- Η τεράστια γραμμή ακτογραμμής της χώρας (15.000 km) σε σχέση με την έκτασή της ευνοεί την εισχώρηση θαλασσινού νερού στο εσωτερικό, ιδιαίτερα εκεί που λαμβάνει χώρα υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων.
- Το πλήθος και το μικρό μέγεθος των νησιών της χώρας.

Η Ελλάδα αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα ποσότητας και ποιότητας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της. Η γεωργία και ο τουρισμός είναι μεγάλοι καταναλωτές νερού της χώρας, καθώς απαιτούν μεγάλες ποσότητες για την κάλυψη των υδάτινων αναγκών τους. Συγκεκριμένα, η γεωργία καταναλώνει τις μεγαλύτερες ποσότητες νερού, σε ποσοστό που μπορεί να φτάσει και το 83-87% των υδατικών αποθεμάτων, ενώ οι απαιτήσεις έχουν διπλασιαστεί τα τελευταία 20 χρόνια. Επιπλέον, σπαταλά μεγάλες ποσότητες νερού εξαιτίας των παλαιών, λανθασμένων και κακής τεχνολογίας αρδευτικών δικτύων σε συνδυασμό με τις χρησιμοποιούμενες μεθόδους επιφανειακής άρδευσης και άρδευσης τεχνητής βροχής. Η κτηνοτροφία καταναλώνει μόλις το 1%, ενώ η βιομηχανία το 3% (Μιγκίρος, 2012).

Η ύδρευση καταναλώνει το 10% των αποθεμάτων νερού και παρουσιάζει ορισμένα προβλήματα, αν και η ζήτηση έχει μειωθεί λίγο τα τελευταία χρόνια, κυρίως λόγω των πολιτικών εξοικονόμησης, που εφαρμόζονται (Πολύζος κα., 2006). Ωστόσο, τα περισσότερα υδρευτικά δίκτυα έχουν πολλές φθορές λόγω παλαιότητας, οι οποίες φτάνουν μέχρι και το 60%, οπότε σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται αντικατάσταση του δικτύου. Παράλληλα, μέχρι πρόσφατα, πολύ λίγες μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων λειτουργούσαν στην Ελλάδα και συνεπώς τα αστικά απόβλητα κατέληγαν ανεπεξέργαστα στους κοντινούς υδάτινους αποδέκτες.

Οι Ελληνικοί υδατικοί πόροι, επιφανειακοί και υπόγειοι, είναι σε γενικές γραμμές καλής ποιότητας λόγω της απουσίας σημαντικών πηγών ρύπανσης στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Τα κυριότερα προβλήματα παρουσιάζονται στα υπόγεια και επιφανειακά νερά αγροτικών περιοχών, όπου εμφανίζονται σημαντικά αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρικών, λόγω κυρίως της εντατικής χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων. Οι συγκεντρώσεις των περισσότερων παραμενόντων ρύπων είναι σχετικά χαμηλές,

αλλά έχουν βρεθεί μεμονωμένα δείγματα με συγκεντρώσεις υψηλότερες των υφιστάμενων ορίων (Αγγελίδης κα., 2005).

Αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων (νιτρικά, αμμωνιακά και φωσφορικά) έχουν βρεθεί σε ποταμούς, που ρέουν κοντά σε αστικά κέντρα (Πηνειός) ή σε περιοχές, που χαρακτηρίζονται από έντονη γεωργική ή βιομηχανική δραστηριότητα (Αχελώος, Αλιάκμονας, Αξιός, Εύρος, Λούρος, Σπερχειός και Στρυμόνας). Ο ποταμός Αξιός παρουσιάζει κατά περιόδους υψηλές συγκεντρώσεις παραμενόντων ρύπων (τοξικά μέταλλα και οργανοχλωριωμένες ενώσεις), ενώ αυξημένες συγκεντρώσεις παραμενόντων ρύπων έχουν επίσης κατά καιρούς καταγραφεί και σε άλλα ποτάμια, όπως ο Έβρος, ο Νέστος, ο Πηνειός και ο Στρυμόνας.

Η κατάσταση των ελληνικών λιμνών είναι περισσότερο κρίσιμη, δεδομένου ότι αυτές είναι αποδέκτες ρύπων μέσω αποστραγγίσεων γεωργικών εκτάσεων (μη σημειακές πηγές ρύπανσης) ή απ' ευθείας απόρριψης αστικών λυμάτων ή/και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (λίμνη Ιωαννίνων, Καστοριάς, Πετρών, Βεγορίτιδα και Βιστωνίδα). Όλες οι παραπάνω λίμνες εμφανίζουν προβλήματα ευτροφισμού. Επιπλέον, σε αρκετές λίμνες (Βιστωνίδα, Βόλβη, Μικρή Πρέσπα) ανιχνεύονται οργανοχλωριωμένα φυτοφάρμακα, τα οποία έχουν προ πολλού πάψει να χρησιμοποιούνται στη χώρα μας (DDT, Dieldrin, Endrin, Aldrin, Isodrin), όπως επίσης και Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC). Πρέπει να αναφερθεί, ότι αν και ανιχνεύονται οι ενώσεις αυτές στο νερό των λιμνών, οι συγκεντρώσεις τους είναι συνήθως κάτω από τα επιτρεπόμενα όρια εκτός ορισμένων μεμονωμένων δειγμάτων (Αγγελίδης κα., 2005).

Τα υπόγεια νερά αντιμετωπίζουν ρύπανση από αζωτούχες ενώσεις (νιτρορρύπανση) λόγω της εντατικής γεωργίας, που συνδέεται με τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων. Η ύπαρξη νιτρορρύπανσης στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, έχει χαρακτηριστεί ως σημαντική στις περιοχές του Αργολικού πεδίου (Αργολίδα), στη πεδιάδα της Θεσσαλίας (Πηνειός ποταμός), στην Κωπαΐδα και στη λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού Ηλείας. Μεμονωμένες περιπτώσεις ρύπανσης υδατικών πόρων (κυρίως επιφανειακών) παρουσιάζονται επίσης κοντά σε αστικά κέντρα και βιομηχανικές μονάδες, που δεν λειτουργούν μονάδες επεξεργασίας των υγρών τους αποβλήτων, ενώ σημαντικά φορτία ρύπανσης μπορεί να μεταφέρονται από τους πολυεθνικούς ποταμούς της Βόρειας Ελλάδας (Εύρος, Νέστος, Στρυμόνας, Αξιός) (Αγγελίδης κα., 2005). Τέλος, κατά τόπους εμφανίζονται φαινόμενα υφαλμύρωσης των υπόγειων υδάτων λόγω διεύδυσης θαλασσινού νερού.

Συνεπώς, τα περιβαλλοντικά προβλήματα του υδάτινου δυναμικού στην Ελλάδα είναι πολλά και σημαντικά και απαιτούν άμεση λύση, προκειμένου να διασφαλιστεί η αειφορία του νερού ως φυσικού πόρου.

1.4 – Νομοθεσία για την προστασία του νερού

Τα τελευταία χρόνια έγινε αντιληπτή η αναγκαιότητα για την προστασία του περιβάλλοντος στα πλαίσια της αειφορίας και της βιώσιμης ανάπτυξης και για το λόγο αυτό έχουν πραγματοποιηθεί πολλές παγκόσμιες διασκέψεις με τη συμμετοχή των περισσότερων χωρών. Ταυτόχρονα, οι χώρες προσπαθούν μέσω της νομοθεσίας τους να προφυλάξουν το περιβάλλον από την υποβάθμισή του.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ελλάδα έχουν ενσωματώσει στη νομοθεσία τους αρκετές νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος, που αφορούν στην ατμοσφαιρική ρύπανση, τη ρύπανση των υδάτων, το φυσικό περιβάλλον, την προστασία της πανίδας και της χλωρίδας, το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τα απορρίμματα και τα τοξικά απόβλητα, την περιβαλλοντική πολιτική, τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων και άλλα.

Το νερό χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και η αύξηση της ζήτησης για νερό καλής ποιότητας αποτελούν σημαντικά προβλήματα, που απασχολούν όλες τις χώρες στην Ευρώπη. Το Ευρωπαϊκό Νομικό Πλαίσιο, που έχει θεσπιστεί, περιλαμβάνει πλήθος Οδηγιών για την προστασία των υδάτων. Ενδεικτικά αναφέρονται οι εξής (Μίχας & Μαμάσης, 2010, Καλλία, 2012):

- Οδηγία 98/83: Ποιότητα πόσιμου νερού.
- Οδηγίες 79/869, 81/885, 91/692: Μέθοδοι δειγματοληψίας και ελέγχου νερού, που προορίζεται για πόσιμο.
- Οδηγίες 75/440, 91/692: Ποιότητα των επιφανειακών νερών, από τα οποία αντλείται πόσιμο νερό.
- Οδηγίες 76/464, 83/513, 84/156, 84/491, 86/176, 86/280, 2006/11, 2008/105: Έκχυση επικίνδυνων ουσιών στο υδάτινο περιβάλλον.
- Οδηγία 91/676: Προστασία νερών από τη νιτρική ρύπανση, που προκαλείται από χρήση λιπασμάτων στη γεωργία.

- Οδηγίες 80/68, 2006/118: Προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση.
- Οδηγίες 91/271, 98/15: Υποχρέωση επεξεργασίας αστικών και βιομηχανικών λυμάτων.
- Οδηγίες 76/160, 2006/7: Διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης.
- Οδηγία 96/61: Ολοκληρωμένη πρόληψη και αντιμετώπιση της ρύπανσης των νερών.
- 2007/60: Για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας.
- Οδηγία 2000/60: Οδηγία – Πλαίσιο για τα νερά για τη θέσπιση πλαισίου Κοινοτικής Δράσης στο τομέα της Πολιτικής των Υδάτων.

Η ποιότητα του υπόγειου νερού σχετικά με τα νιτρικά λιπάσματα και τα φυτοφάρμακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση καθορίζεται με την Οδηγία 2006/118/EC, που έχει σαν στόχο την προστασία των υπόγειων υδάτων από τις επικίνδυνες τοξικές ουσίες, που είναι υπεύθυνες για τη ρύπανση. Το υπόγειο νερό θεωρείται καλής χημικής ποιότητας, όταν τα επίπεδα των νιτρικών δεν ξεπερνούν τα 50 mg/l, ενώ τα φυτοφάρμακα δεν ξεπερνούν τα 0,1 mg/l, αλλά παρουσιάζονται μεγάλα προβλήματα στην επίτευξη τέτοιου αυστηρού ορίου. Σημαντικές είναι και οι συγκεντρώσεις άλλων στοιχείων, όπως το νάτριο και το κάλιο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε Οδηγίες για την προστασία των υπογείων νερών στην Ευρώπη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2008):

• **Η Οδηγία για τη Νιτρορρύπανση** επιδιώκει τον περιορισμό και την πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων από νιτρικά ιόντα, που προέρχονται από γεωργικές πηγές. Η χρήση των νιτρικών και αμμωνιακών λιπασμάτων προκαλεί σημαντικά προβλήματα ρύπανσης των νερών, που επηρεάζουν τα υδρόβια ζώα, τα οικοσυστήματα και την υγεία του ανθρώπου. Τα Κράτη Μέλη οφείλουν να προσδιορίσουν τις ευπρόσβλητες ζώνες όλων των περιοχών στην επικράτειά τους, των οποίων τα ύδατα, συμπεριλαμβανομένων των υπόγειων υδάτων, υφίστανται ή ενδέχεται να υποστούν νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Τέτοια ύδατα είναι εκείνα, μεταξύ άλλων, τα οποία περιέχουν ή θα μπορούσαν να περιέχουν, εάν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα, περισσότερα από 50 mg/l νιτρικών ιόντων. Επιπλέον, καθορίζονται προγράμματα δράσης και μηχανισμοί για την αναστροφή των τάσεων της ρύπανσης από νιτρικά ιόντα.

• **Η Οδηγία για τα Φυτοπροστατευτικά Προϊόντα και η Οδηγία για τα Βιοκτόνα** αφορούν στην έγκριση, στη διάθεση στην αγορά, στη χρήση και στον έλεγχο στην Ευρωπαϊκή Ένωση των εμπορικών φυτοπροστατευτικών προϊόντων και βιοκτόνων προϊόντων, όπως φυτοφάρμακα, ζιζανιοκτόνα, ή μυκητοκτόνα. Η έγκριση χορηγείται μόνο εάν τα προϊόντα δεν έχουν καμία επιβλαβή επίδραση στην ανθρώπινη υγεία και δεν έχουν ανεπιθύμητες επιπτώσεις στο περιβάλλον, ιδιαίτερα στη ρύπανση των υδάτων, συμπεριλαμβανομένων του πόσιμου νερού και των υπόγειων υδάτων. Η νέα Οδηγία για τα Υπόγεια Ύδατα θέτει τις μέγιστες επιτρεπτές συγκεντρώσεις, ως ποιοτικά πρότυπα για τα υπόγεια ύδατα

• **Η Οδηγία για την Επεξεργασία των Αστικών Λυμάτων** επιδιώκει την προστασία του περιβάλλοντος από τις αρνητικές επιπτώσεις της απόρριψης αστικών λυμάτων και λυμάτων από ορισμένους βιομηχανικούς τομείς.

• **Η Οδηγία για την Ολοκληρωμένη Πρόληψη και Έλεγχο της Ρύπανσης (IPPC)** καθορίζει μέτρα με σκοπό την πρόληψη ή τη μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, των υδάτων ή του εδάφους. Η Οδηγία ισχύει για έναν σημαντικό αριθμό, κυρίως βιομηχανικών, δραστηριοτήτων υψηλής επικινδυνότητας, όπως ο ενεργειακός τομέας, η παραγωγή και η μεταποίηση μετάλλων, οι βιομηχανίες ορυκτών προϊόντων και οι χημικές βιομηχανίες, οι εγκαταστάσεις διαχείρισης απορριμμάτων, η παραγωγή τροφίμων καθώς και για μη βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως η εκτροφή ζώων.

• **Η Οδηγία για την Υγειονομική Ταφή των Αποβλήτων** επιδιώκει την πρόληψη ή τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον, συμπεριλαμβανομένων των υπόγειων υδάτων, της υγειονομικής ταφής των αποβλήτων.

1.5 - Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/EK

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/EK (Water Framework Directive – WFD) αναφέρει ότι «το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν, όπως όλα τα αγαθά, αλλά αποτελεί πολύτιμη κληρονομιά, που πρέπει να προστατεύεται και να τυγχάνει της κατάλληλης μεταχείρισης». Προέκυψε μετά από συζητήσεις μεταξύ των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων». Αναφέρεται στην προστασία των υπόγειων, εσωτερικών, μεταβατικών και παράκτιων υδάτων, αλλά και των οικοσυστημάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης μέσω δράσεων, που πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί σε σαφώς καθορισμένα

χρονικά όρια, καθώς και στη διαχείριση των υδατικών πόρων σε επίπεδο Λεκάνης Απορροής Ποταμού ή Ποταμών. Η διαχείριση των υδατικών πόρων γίνεται ανά λεκάνη ή ομάδα λεκανών απορροής, με διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ χωρών, εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει», ενεργό συμμετοχή όλων των εμπλεκομένων φορέων στη διαχείριση των υδάτων, καθώς και του κοινού στη λήψη αποφάσεων.

Ο βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η επίτευξη μέχρι το 2015 της καλής κατάστασης για όλα τα επιφανειακά και υπόγεια νερά στην Ευρώπη με τη βοήθεια ολοκληρωμένων σχεδίων διαχείρισης σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Ως καλή κατάσταση επιφανειακών υδάτων η Οδηγία ορίζει την κατάσταση ενός επιφανειακού υδατικού συστήματος, η οποία χαρακτηρίζεται τουλάχιστον «καλή» τόσο από οικολογική όσο και από χημική άποψη (Κάγκαλου κα., 2012).

Στο άρθρο 1 αναφέρεται ότι σκοπός της Οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων. Στο πλαίσιο αυτό, πρέπει να αποτραπεί περαιτέρω επιδείνωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων και των εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων σχετικά με τις ανάγκες τους σε νερό, να εξασφαλιστεί βιώσιμη χρήση του νερού για την προστασία των διαθέσιμων υδάτινων πόρων, η προστασία και βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος από τις διάφορες επικίνδυνες ουσίες, η μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων, η προστασία από τις επιπτώσεις των πλημμύρων και των ξηρασιών, προκειμένου το επιφανειακό και το υπόγειο νερό να είναι καλής ποιότητας χωρίς ρύπους, με απώτερο στόχο την πρόληψη και την εξάλειψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Ιδιαίτερης προσοχής χρήζουν και τα θαλάσσια ύδατα, τα οποία ρυπαίνονται συνεχώς από τα κάθε είδους υλικά και ουσίες, που καταλήγουν εκεί. Ο κύριος στόχος για το θαλάσσιο περιβάλλον είναι, από τη μία οι φυσικές ουσίες να παραμένουν σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ οι τεχνητές συνθετικές ουσίες σχεδόν να εξαλειφθούν.

Για τα υπόγεια ύδατα τα κράτη μέλη υποχρεούνται να ελέγξουν τη ρύπανση και υποβάθμιση αυτών, καθώς και την υπερεκμετάλλευσή τους, λαμβάνοντας τα κατάλληλα μέτρα, προκειμένου κάθε συγκέντρωση ρύπου, που οφείλεται σε ανθρώπινη δραστηριότητα, να μειωθεί.

Τα κράτη μέλη στα πλαίσια των διαχειριστικών προγραμμάτων ελέγχου και προστασίας των υδάτων, όπως προβλέπει η ευρωπαϊκή νομοθεσία, πρέπει να προσδιορίσουν τις πιέσεις, που ασκούνται στα υδάτινα σώματα σε κάθε λεκάνη απορροής ποταμού. Έπειτα, πρέπει να αξιολογήσουν την ευαισθησία των υπόγειων και

των επιφανειακών υδάτων σε προσδιορισμένες πιέσεις. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται το πλαίσιο DPSIR (Drivers-Κινητήρια δύναμη, Pressure-Πίεση, State-Κατάσταση, Impact-Επίπτωση, Response-Ανταπόκριση). Για την εφαρμογή της μεθόδου DPSIR απαιτούνται στοιχεία για το είδος και το μέγεθος των πιέσεων στις λεκάνες απορροής. Για την αναγνώριση των πιέσεων λαμβάνονται υπόψη οι υδρολογικές σχέσεις μεταξύ των υδάτινων σωμάτων σε κάθε λεκάνη (Σεφερλής, 2006).

Ως αιτίες (Drivers) θεωρούνται όλες οι κοινωνικές-οικονομικές δραστηριότητες, όπως η βιομηχανία, η γεωργία, η αστικοποίηση και άλλες, που προξενούν σημειακές ή διάχυτες πηγές πιέσεων. Οι αιτίες αυτές εκφράζονται ποσοτικά με την άθροιση δεδομένων, όπως οι καλλιεργούμενες εκτάσεις, η πυκνότητα του πληθυσμού, η κατανομή βιομηχανιών και για κάθε λεκάνη απορροής και υδάτινο σώμα. Τα δεδομένα αυτά συγκρίνονται με δεδομένα παρακολούθησης της ποιότητας του νερού, προκειμένου να εκτιμηθεί η πιθανότητα μια αιτία να ασκεί πίεση σε κάποιο υδάτινο σώμα. Έτσι, οι πιέσεις αντιπροσωπεύουν τον τρόπο έκφρασης των αιτιών και τον τρόπο, με τον οποίο τα υδάτινα συστήματα διαταράσσονται. Από τις γεωργικές δραστηριότητες, για παράδειγμα, προκύπτει η πίεση των ενώσεων αζώτου και φωσφόρου. Οι πιέσεις αυτές υποβαθμίζουν την κατάσταση (State) του υδάτινου συστήματος, ώστε επιδρούν (Impact) στην υγεία του ίδιου και κατ' επέκταση του ανθρώπου, προκαλώντας την αντίδραση (Response) μέσω διαφόρων μέτρων.

Η μέθοδος DPSIR είναι πολύτιμο εργαλείο, καθώς συνδυάζει την εκτίμηση των κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών πιέσεων και των επιπτώσεών τους σε μια λεκάνη απορροής (Σεφερλής, 2006, Γκατζιούρα κα., 2012).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρότεινε τη σύνταξη ολοκληρωμένων πιλοτικών μελετών από τα Κράτη – Μέλη με βάση τις απαιτήσεις της Οδηγίας για τη συστηματική παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων, ελέγχοντας την ποιότητα και την ποσότητα των επιφανειακών και των υπογείων υδάτων, και τις προστατευόμενες περιοχές, επίσης. Η Ελλάδα συμμετέχει σε αυτή τη σημαντική κίνηση για την προστασία των υδάτων, προκειμένου να βρεθεί λύση στα προβλήματα ποσότητας και ποιότητας των υδάτων. Στα πλαίσια της Οδηγίας 2000/60 της Ευρωπαϊκής Ένωσης η Ελλάδα ξεκίνησε την κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των υδατικών διαμερισμάτων. Παράλληλα, η χώρα έχει εναρμονιστεί με ορισμένες από τις Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα πλαίσια της Εθνικής Αγροτικής Πολιτικής και της Αγροτικής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα τελευταία χρόνια τα εμπλεκόμενα Υπουργεία έχουν εκδώσει Νόμους, Προεδρικά Διατάγματα, Πράξεις Υπουργικού Συμβουλίου, Κοινές

Υπουργικές Αποφάσεις, Εγκυκλίους, Κανονισμούς, Κανονιστικές διατάξεις και άλλα. Ενδεικτικά, το Ελληνικό Νομικό Πλαίσιο περιλαμβάνει τα παρακάτω (ΕΜΠ, 2008, Καλλία, 2012):

- Υγειονομική Διάταξη Ε1β 221/1965 «περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων».
- Π.Δ. 658/1981 «για την προστασία της ιχθυοπανίδας των λιμνών και ποταμών».
- Π.Δ. 1180/1981: Περί ρυθμίσεως θεμάτων αναγομένων εις τα της ιδρύσεως και λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών, πάσης φύσεως μηχανολογικών εγκαταστάσεων και αποθηκών και της εκ τούτων διασφαλίσεως περιβάλλοντος εν γένει όσον αφορά την ποιότητα των επεξεργασμένων αποβλήτων.
- Ν. 1650/1986: Νόμος – Πλαίσιο για το περιβάλλον. Αντιμετώπισε το νερό ως στοιχείο του περιβάλλοντος και όρισε μέτρα για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας των υδατικών πόρων.
- ΚΥΑ 46399/4352/1986 (ΦΕΚ 438/3-7-1986): Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά», και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης επιφανειακών νερών».
- Ν. 1739/1987: Διαχείριση των Υδάτινων πόρων κλπ. Ο Νόμος ορίζει ως **διαχείριση των υδατικών πόρων το σύνολο των παρεμβάσεων και δραστηριοτήτων, που είναι απαραίτητα για την πληρέστερη δυνατή κάλυψη των αναγκών σε νερό για κάθε χρήση**. Κύριος σκοπός της διαχείρισης είναι η αντιμετώπιση των προβλημάτων της ανεπάρκειας και της διατήρησης της υψηλότερης ποιότητας νερού ανάλογα με την κατά προορισμό χρήση του, σήμερα και στο μέλλον. Όρισε διαδικασίες και όργανα, που επέτρεπαν την άσκηση της διαχείρισης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, σε συνδυασμό με τον προγραμματισμό ανάπτυξης της χώρας, μέσα από διαδικασίες και όργανα, όπου λαμβανόταν υπόψη η γνώμη όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Δε μπόρεσε να εφαρμοστεί πλήρως και καταργήθηκε μετά την πλήρη εφαρμογή του 3199/2003.
- Πράξη Υ.Σ. 144/2.2.1987 (ΦΕΚ 197Α/11-11-1987): Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες, που εκχέονται σε αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητα νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκλοεξάνιο (HCH).

- ΚΥΑ 26857/553/1988 (ΦΕΚ Α 196): «Προστασία των υπόγειων υδάτων από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, σε συμμόρφωση με την Οδηγία 80/68/ΕΟΚ».
- ΚΥΑ 18186/1988 (144/ΦΕΚ 197/1987, ΥΣ70/ΦΕΚ 90/1990): Διάφορες αποφάσεις για οριακές τιμές επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα και στα νερά.
- ΚΥΑ 69269/5387/1990: «Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και περιεχόμενο μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων».
- ΚΥΑ 55648/2210/1991 (ΦΕΚ 323Β/13-5-1991): Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
- ΚΥΑ 5673/400/1997 (ΦΕΚ Β 192): «Μέτρα και όροι για την επεξεργασία και διάθεση αστικών λυμάτων».
- ΚΥΑ 16190/1335/1997: «Μείωση της ρύπανσης των υδάτων, που προκαλείται έμμεσα ή άμεσα από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και την πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης αυτού του είδους».
- ΚΥΑ 19661/1982/1999 (ΦΕΚ Β1811), Τροποποίηση της ΚΥΑ 5673/400/1997: Κατάλογος ευαίσθητων περιοχών για τη διάθεση αστικών λυμάτων σύμφωνα με το άρθρο 5 (παρ. 1) της απόφασης αυτής.
- ΚΥΑ 4859/726/1-3-2001 (ΦΕΚ Β 253): «Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδατικού περιβάλλοντος από απορρίψεις και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον Κατάλογο ΙΙ της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4ης Μαΐου 1976».
- ΚΥΑ 25638/2905 (ΦΕΚ 1422Β/22-10-2001): «Πρόγραμμα δράσης για το Θεσσαλικό πεδίο, που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης».
- Ν. 3199/2003: «Περί προστασίας και διαχείρισης των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ε.Κ. και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ 280 9/12/2003).
- ΚΥΑ 20419/2522 (ΦΕΚ 1212Β/18-9-2001): «Προσδιορισμός των νερών, που υφίστανται νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης - κατάλογος ευπρόσβλητων περιοχών».
- ΠΥΣ 2/1-2-2001 (ΦΕΚ Α 15): «Καθορισμός των κατευθυντήριων και οριακών τιμών ποιότητας των νερών από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που

υπάγονται στον Κατάλογο II της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ του Συμβουλίου της 4^{ης} Μαΐου 1976».

- ΚΥΑ 16175/824 (ΦΕΚ 530Β/28-04-06): «Πρόγραμμα δράσης για την περιοχή του κάμπου Θεσσαλονίκης – Πέλλας - Ημαθίας, που έχει χαρακτηριστεί ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης».
- Π.Δ. 51/8-3-2007: Για την ολοκληρωμένη προστασία και ορθολογική διαχείριση υδατικών πόρων, το οποίο εναρμονίζει τα ουσιαστικά θέματα της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.
- ΦΕΚ 519/Β'/25.6.97, ΦΕΚ 1575/Β'/5.8.99, ΦΕΚ 1212/Β'/18.9.01: Για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης.
- ΚΥΑ 568/125347/20.1.2004 (ΦΕΚ 142/Β'/29.1.2004) των Υπουργών Γεωργίας, ΕΣ.Δ.Δ.Α. και Οικονομίας & Οικονομικών, με τους οποίους προτείνονται οι «Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής».

Με το Νόμο 3199/2003 συστάθηκε αρχικά η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, η Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, το Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων και οι Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών, των οποίων ορίστηκε η σύνθεση και οι επιμέρους αρμοδιότητες, ενώ ορίστηκαν σαράντα πέντε Λεκάνες Απορροής Ποταμών της χώρας, καθώς και οι Περιφέρειες, που είναι αρμόδιες για τη διαχείρισή τους. Παράλληλα, συστάθηκε η Ειδική Γραμματεία Υδάτων (ΕΓΥ), που ανήκει στο ΥΠΕΚΑ, η οποία ασχολείται με τα παρακάτω:

- Έλεγχο ποιότητας και ποσότητας των υδατικών αποθεμάτων.
- Κατάρτιση υδατικών ισοζυγίων και σχεδιασμός αναπτυξιακών έργων των υδατικών πόρων ανά ΛΑΠ.
- Κατάρτιση Εθνικού Μητρώου Προστατευόμενων Περιοχών.
- Επεξεργασία κανόνων τιμολόγησης και κοστολόγησης των υδάτων.
- Κατάρτιση και εφαρμογή των Σχεδίων Διαχείρισης και των Προγραμμάτων Μέτρων.

Οι κύριοι στόχοι του Νόμου είναι η προστασία των υδατικών πόρων, επιφανειακών και υπόγειων με πρόληψη της επιδείνωσης των ήδη υποβαθμισμένων υδατικών πόρων και των υδροτόπων, προστασία και αποκατάστασή τους, μείωση ή

ακόμα και σταδιακή εξάλειψη των βλαβερών και ρυπογόνων εκφορτώσεων, μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και πρόληψη της επιπλέον επιδείνωσής τους, καθώς και μετριασμός των συνεπειών των πλημμύρων και της ξηρασίας. Επιπλέον, ο Νόμος 3199/03 λαμβάνει υπόψη του την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και το στόχο της διατήρησης ή της επίτευξης της «καλής οικολογικής κατάστασης» όλων των υδάτινων πόρων με τον έλεγχο της ρύπανσης και τη θέσπιση οριακών τιμών εκπομπών. Ακόμη αναφέρεται στη διακρατική συνεργασία για την προστασία διασυνοριακών ποταμών και λιμνών.

Οι Περιφέρειες σύμφωνα με το Νόμο 3852/2010 (Άρθρο 186) είναι υπεύθυνες για τα ύδατα. Ελέγχουν τη διαχείριση των επιφανειακών υδάτων, ελέγχουν τις σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης των υδάτων και επιβάλλουν μέτρα και κυρώσεις για τα υπόγεια ύδατα.

Το Εθνικό δίκτυο παρακολούθησης ποιότητας και ποσότητας υδάτων καθορίζει με την ΚΥΑ 140384 (ΦΕΚ 2017/Β/9-9-2011) τις θέσεις μετρήσεων και των υπεύθυνων φορέων. Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων επιβλέπει τους φορείς, που είναι οι εξής (Καλλία, 2012):

- Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών
- Γενικό Χημείο του Κράτους
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών
- Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Λάρισας
- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Κρήτης
- Ινστιτούτο Εγγείων Βελτιώσεων

Ειδικά για τη Θεσσαλία, αρμόδιες για τη διαχείριση και προστασία των υδατικών πόρων των λεκανών απορροής του διαμερίσματος είναι οι Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών Θεσσαλίας (με έδρα τη Λάρισα), Κεντρικής Μακεδονίας (με έδρα τη Θεσσαλονίκη), Στερεάς Ελλάδας (με έδρα τη Λαμία) και Δυτικής Μακεδονίας (με έδρα την Κοζάνη). Μερικοί από τους φορείς και οργανισμούς, που λειτουργούν σε περιφερειακό και νομαρχιακό επίπεδο και ασχολούνται γενικά με υδατικά θέματα, είναι οι ακόλουθοι, κατά χρήση (ΕΜΠ, 2008):

1. Ύδρευση

- 1.1. Διευθύνσεις Αυτοδιοίκησης και Αποκέντρωσης ή Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Διοίκησης σε κάθε νομό, όπου λειτουργούν οι ΤΥΔΚ ως υπηρεσίες της περιφέρειας.
- 1.2. Οι ΔΕΥΑ των κυριότερων δήμων των νομών (Αγιάς, Αλοννήσου, Βόλου, Καρδίτσας, Λάρισας, Τρικάλων, Καλαμπάκας, Μελίσβοιας, Σκιάθου, Σκοπέλου, Φερών, Αιθίων, Ελασσόνας, Αλμυρού, Εστιαιώτιδας, Μουλασίου, Μουρεσίου, Παλαμά, Πύλης, Φαρσάλων, Αμπελώνος, Γόμφων, Πελλινναίων, Πολυδάμαντα, Σοφάδων, Τύρναβου, Φαλάνης, Φαρκαδόνας).

2. Άρδευση

- 2.1. Διεύθυνση ή Τμήμα Εγγείων Βελτιώσεων, που συναντάται ανάλογα με τη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση και ως Τμήμα Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων & Εκμηχάνισης της Γεωργίας, ή Υδροοικονομίας & Εκμηχάνισης Γεωργίας, ή Εγγείων Βελτιώσεων & Υδάτινων Πόρων, ή Υδροοικονομίας.
- 2.2. Οργανισμοί Εγγείων Βελτιώσεων, δηλαδή ΓΟΕΒ (π.χ. Λάρισας) και ΤΟΕΒ (π.χ. Λάρισας, Μαγνησίας, Τρικάλων, Καρδίτσας).

3. Βιομηχανία

- 3.1. Διεύθυνση ή Τμήμα Βιομηχανίας ή Διεύθυνση ή Τμήμα Ορυκτού Πλούτου και Βιομηχανίας, σε επίπεδο νομού.
- 3.2. ΒΙΠΕ Βόλου, Λάρισας και Καρδίτσας.

4. Υδροηλεκτρική ενέργεια

- 4.1. ΔΕΗ.

5. Περιβάλλον

- 5.1. Αναπτυξιακή Καρδίτσας.

Συμπερασματικά, πρέπει να ειπωθεί πως το νερό αποτελεί ένα πολύ σημαντικό φυσικό πόρο, που όμως τα τελευταία χρόνια αντιμετωπίζει πολλά προβλήματα, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Η εύρεση λύσης στο υδατικό πρόβλημα αποτελεί θέμα υψίστης σημασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

2.1 - Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια οι υδάτινοι πόροι αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα. Τα διαθέσιμα υδάτινα αποθέματα συνεχώς μειώνονται και ταυτόχρονα η ρύπανση του περιβάλλοντος αυξάνεται. Τα επιφανειακά και τα υπόγεια ύδατα βρίσκονται υπό καθεστώς υπερεκμετάλλευσης και ταυτόχρονα είναι συνήθως ύδατα κακής ποιότητας, καθώς η φυσική τροφοδοσία τους έχει μειωθεί και επιπλέον παρατηρούνται φαινόμενα ρύπανσης και υφαλμύρυνσης αυτών. Παράλληλα, το πόσιμο νερό έχει μειωθεί και όταν ρυπαίνεται γίνεται ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικά υδατικά προβλήματα εξαιτίας της μείωσης της ποσότητας των υδατικών της πόρων και της υποβάθμισης της ποιότητας των επιφανειακών και υπογείων υδάτων της.

2.2 – Προβλήματα ποσότητας των υδατικών πόρων

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται υπερεκμετάλλευση των υδατικών πόρων ταυτόχρονα με τις κακές μεθόδους διαχείρισης και της ανανέωσης των υδατικών αποθεμάτων. Εκτιμάται ότι το 2025 ένας στους τρεις κατοίκους του πλανήτη, δηλαδή περίπου 3,5 δις άνθρωποι σε 52 χώρες, θα ζουν υπό καθεστώς λειψυδρίας ή θα κινδυνεύουν από αυτή άμεσα, προκαλώντας σημαντικά προβλήματα επιβίωσης και ανάπτυξης σε αναπτυσσόμενες και αναπτυγμένες χώρες.

Η διαθεσιμότητα νερού μιας περιοχής σχετίζεται με το ποσό του νερού, που η περιοχή διαθέτει από τις βροχοπτώσεις, από τον τρόπο διακίνησής του επιφανειακά και υπόγεια και από τη δυνατότητα κατανομής του στις διάφορες χρήσεις (Μιγκίρος, 2012). Οι ανάγκες του ανθρώπου για νερό καλύπτονται στο μεγαλύτερο ποσοστό από τις δυο βασικές συμβατικές πηγές τροφοδοσίας, τους επιφανειακούς και τους υπόγειους υδροφορείς. Οι ποσότητες του νερού, που μπορούν να δώσουν οι υπόγειοι υδροφορείς, είναι πεπερασμένες, και εάν η λήψη τους υπερβαίνει την ετήσια φυσική αναπλήρωσή τους, δημιουργεί οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Το γεγονός αυτό

αναδεικνύει τη σημασία μιας ορθολογιστικής διαχείρισης των υδάτινων πόρων της χώρας και κάθε περιφέρειας (Πολύζος κα., 2006).

Η κύρια ζήτηση νερού περιλαμβάνει τις οικιακές ανάγκες, τις τουριστικές ανάγκες, τις ανάγκες της γεωργίας και της κτηνοτροφίας, καθώς και τις ανάγκες της βιομηχανίας. Η βιομηχανία καταναλώνει σημαντικές ποσότητες νερού με σταθερό ρυθμό αύξησης, καθώς πολλές βιομηχανίες είναι εξαιρετικά υδροβόρες (βυρσοδεψεία, βαφεία, υφασματοουργείες) και μόνο σε λίγες περιπτώσεις έχει σχεδιαστεί, έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί την απαίτηση σε νερό με ανακυκλώσεις και με επαναχρησιμοποίηση των ρευμάτων αποβλήτων (Λέκκας, 1996).

Το μεγαλύτερο πρόβλημα, που σχετίζεται με τις αστικές χρήσεις του νερού, έχει να κάνει με την όλο και δυσκολότερη προσπάθεια εφοδιασμού των όλο και ογκούμενων αστικών κέντρων με νερό μέσω της εύρεσης νέων αποθεμάτων, που έχει όμως αυξανόμενο οικονομικό κόστος (Γεωργόπουλος, 2006).

Λόγω της έντονης κατανάλωσης νερού από κάποιες χρήσεις υπάρχει κίνδυνος για την κάλυψη των αναγκών των υπόλοιπων χρήσεων. Παράλληλα, παρατηρείται μειωμένη στάθμη νερού σε λίμνες και υπόγεια νερά, καθώς και μειωμένη απορροή ποταμών με περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Στουρνάρας κα., 2011).

Στην ελληνική γεωργία τα κύρια προβλήματα είναι η μεγάλη διάβρωση του εδάφους, οι επικλινείς περιοχές, οι οποίες παρουσιάζουν μεγάλη αποστράγγιση και η κακή διαχείριση των υδάτων, επιφανειακών και υπόγειων, κυρίως λόγω έλλειψης σχεδιασμού εγγειοβελτιωτικών έργων και συνεργασίας των φορέων, που ασχολούνται με την προστασία των υδάτων και τα έργα αυτά (Μιγκίρος, 2012). Οι μεγαλύτερες ποσότητες νερού στη γεωργία καταναλώνονται κατά τους θερινούς μήνες, όταν οι αρδευτικές ανάγκες είναι αυξημένες, παράλληλα όμως με τα χαμηλά υδατικά αποθέματα λόγω της χαμηλής τροφοδοσίας από τα κατακρημνίσματα.

Τα τελευταία χρόνια οι αρδευόμενες εκτάσεις αυξήθηκαν σημαντικά σε συνδυασμό με τις νέες μεθόδους και μηχανήματα στη γεωργία, την καλλιέργεια νέων αποδοτικών και ανθεκτικών ποικιλιών στις ασθένειες και την αυξημένη χρήση λιπασμάτων για την αύξηση της καλλιέργειας. Το νερό, που χρησιμοποιείται για την άρδευση, προέρχεται κατά 70% από τα υπόγεια νερά και κατά 30% από τα επιφανειακά νερά. Κατά την άρδευση μεγάλες ποσότητες νερού απορρέουν επιφανειακά είτε διηθούνται στο έδαφος και χάνονται, εξαιτίας των εμπειρικών λανθασμένων αρδευτικών μεθόδων, που χρησιμοποιούνται. Οι απώλειες αυτές φτάνουν μέχρι και το 30%.

Επιπλέον, η υπεράντληση των υπογείων υδάτων λόγω του μεγάλου αριθμού γεωτρήσεων αποτελεί ένα πολύ σοβαρό πρόβλημα σήμερα, αφού σύμφωνα με στοιχεία σπαταλιέται περίπου 40% περισσότερο νερό από αυτό, που απαιτείται (ΕΘΙΑΓΕ, 2001, Μιγκίρος, 2012). Όταν η ετήσια αντλούμενη ποσότητα είναι συνεχώς ανώτερη από τη συνολική ετήσια ανανέωση, τότε η ετήσια στάθμη πέφτει κάθε χρόνο, οπότε προκαλείται υπεράντληση, υπερεκμετάλλευση του υπογείου νερού και μόνιμη υποχώρηση της στάθμης (Σούλιος, 2004). Έτσι, μειώνονται τα φυσικά αποθέματα λόγω της εντατικής χρήσης νερού για αρδεύσεις.

Συνοπτικά, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση σε νερό οδηγεί σε (Μιγκίρος, 2012):

- Υπεράντληση των υπόγειων υδροφορέων.
- Κατασκευή ταμιευτήρων σε ακατάλληλες θέσεις και ανεπαρκείς σε υδατικά αποθέματα.
- Ανάγκη μεταφοράς νερού, που απαιτεί πολλά και περίπλοκα τεχνικά έργα.
- Χρήση νερού ύδρευσης για ανάγκες άρδευσης ή και βιομηχανικές και βιοτεχνικές.

Τα λιγοστά εγγειοβελτιωτικά έργα, που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα, διαχειρίζονται από τους Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων, Γενικών (Γ.Ο.Ε.Β.) ή Τοπικών (Τ.Ο.Ε.Β.). Οι τελευταίοι αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα διαχείρισης, τόσο των έργων όσο και των οικονομικών. Συνεπώς απαιτείται άμεσα ανασχεδιασμός του τρόπου λειτουργίας τους και του έργου, που έχουν να επιτελέσουν για τη σωστή και έγκαιρη αντιμετώπιση των υδατικών προβλημάτων.

Γίνεται αντιληπτό ότι η ποσότητα των υδατικών πόρων μειώνεται συνεχώς εξαιτίας των αυξανόμενων υδατικών αναγκών.

2.3 – Προβλήματα ποιότητας των υδατικών πόρων

Τα υδάτινα σώματα αντιμετωπίζουν και σοβαρά προβλήματα ποιότητας. Το κύριο δίλημμα των τελευταίων ετών είναι «περισσότερο νερό χειρότερης ποιότητας ή λιγότερο νερό καλύτερης ποιότητας;». Η ρύπανση του νερού αποτελεί σημαντικό πρόβλημα και περιλαμβάνει οποιαδήποτε χημική, βιολογική ή φυσική αλλαγή στην ποιότητα του νερού, η οποία έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στους ζωντανούς οργανισμούς ή καθιστά το νερό ακατάλληλο για επιθυμητές χρήσεις (Miller, 2004). Η κακή ποιότητα

των υδάτων αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα, που έχει πολλές διαστάσεις. Περίπου 1,5 εκατομμύρια άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο από αρρώστιες, που μεταφέρονται με το νερό.

Κάθε ρύπος ή ρυπαντής ανεξάρτητα από τη φύση του και τον τρόπο διάθεσής του στο περιβάλλον, αργά ή γρήγορα, άμεσα ή έμμεσα, καταλήγει σε ένα υδάτινο αποδέκτη εξαιτίας φυσικών διαδικασιών ή ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών συστημάτων αναφέρεται με τους όρους pollution και contamination, που στα ελληνικά αποδίδεται με τους όρους ρύπανση και μόλυνση, και οφείλεται κυρίως στα παρακάτω (Στουρνάρας, 2007):

- Η εντατική γεωργική παραγωγή επηρεάζει το υδάτινο περιβάλλον μέσω οργανικών, ανόργανων και βακτηριολογικών ρυπαντών (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, ζωικά απόβλητα κα). Τα γεωργικά απόβλητα είναι συνήθως ευδιάλυτα και ευκίνητα πλην εξαιρέσεων.
- Τα οικιακά υγρά και στερεά απόβλητα προκαλούν οργανική, χημική και βακτηριολογική ρύπανση από χώρους προσωπικής υγιεινής, σπητικούς και απορροφητικούς βόθρους, δίκτυα αποχέτευσης, υπολείμματα τροφής, προϊόντα ξύλου, γυαλί, μεταλλικά υλικά κα.
- Τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν βαρέα μέταλλα και πολλές τοξικές ενώσεις, όπως υδρογονάνθρακες. Τα συστατικά αυτά είναι συνήθως διαλυτά στο νερό και αποδομούμενα.

Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες ρυπαντών του νερού. Μία κατηγορία ρυπαντών είναι οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, που προκαλούν μόλυνση του νερού και ασθένειες, όπως τα βακτήρια, μικρόβια, πρωτόζωα και άλλα, που προέρχονται από αστικά απόβλητα, που δεν έχουν υποστεί επεξεργασία. Δεύτερη κατηγορία ρυπαντών είναι τα οργανικά απόβλητα, που απαιτούν οξυγόνο, για να αποσυντεθούν από αερόβια βακτήρια. Μια τρίτη κατηγορία ρυπαντών του νερού είναι ανόργανες χημικές ουσίες, που είναι διαλυτές στο νερό, στις οποίες περιλαμβάνονται τα οξέα, τα άλατα και τοξικά μέταλλα, όπως υδράργυρος και μόλυβδος. Υψηλά ποσοστά συγκέντρωσης αυτών των χημικών ουσιών καθιστούν το νερό ακατάλληλο για οικιακή χρήση, είναι βλαβερό για τους έμβιους υδρόβιους οργανισμούς και επηρεάζουν τις καλλιέργειες, μειώνοντας την αποδοτικότητά τους. Τα ανόργανα φυτικά συστατικά αποτελούν άλλη κατηγορία ρυπαντών του νερού. Περιλαμβάνουν νιτρικά και φωσφορικά ευδιάλυτα άλατα, που

μπορούν να προκαλέσουν υπερβολική ανάπτυξη των φυκών και άλλων υδρόβιων φυτών, που καταναλώνουν το διαλυμένο οξυγόνο για την αποικοδόμησή τους (Miller, 2004).

Η ρύπανση των υδατικών συστημάτων εξαρτάται από τα παρακάτω (Στουρνάρας, 2007):

- Το είδος του ρύπου
- Την ποσότητα του ρύπου
- Το βαθμό επεξεργασίας του ρύπου
- Τη γεωμετρία των πηγών ρύπανσης (σημειακή ή μη, γραμμική)
- Το ρυθμό της ρύπανσης (συνεχής, περιοδική ή μη)
- Τα χαρακτηριστικά του υδάτινου αποδέκτη
- Τη σχέση υδάτινου αποδέκτη – ρύπου
- Τη μεταφορά της ρύπανσης

Ένα επιφανειακό υδατικό σύστημα, όπως ο ποταμός, αποτελεί ένα ζωντανό οικοσύστημα, που δέχεται και αποδομεί όλα τα οργανικά συστατικά των ρυπαντικών φορτίων, που καταλήγουν σε αυτό, εις βάρος του διαλυμένου οξυγόνου, που περιέχει και το οποίο ανανεώνεται συνεχώς από την ατμόσφαιρα και από τη φωτοσύνθεση της υδρόβιας χλωρίδας. Ταυτόχρονα, διάφορα παθογόνα μικρόβια πεθαίνουν εξαιτίας της έλλειψης τροφής, των δυσμενών συνθηκών του περιβάλλοντος, της ηλιακής ακτινοβολίας και άλλα. Η φυσική αυτή διαδικασία στο ποτάμι της οξυγονώσεως των οργανικών ουσιών και αναοξυγονώσεως του νερού χαρακτηρίζεται σαν ικανότητα αυτό-καθαρισμού (self-purification) (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Οι μηχανισμοί αδρανοποίησης του ρύπου περιλαμβάνουν την αραίωση, τη διήθηση, την προσρόφηση, την κατακράτηση, τη χημική αλλοίωση ή εξουδετέρωση, ενώ οι βασικοί μηχανισμοί μεταφοράς των ρύπων στα υπόγεια νερά περιλαμβάνουν τα ρεύματα μεταφοράς και την υδροδυναμική διασπορά (μηχανική ανάμιξη και μοριακή διάχυση). Τελικά, ο ποταμός με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού, που έχει, καθαρίζει μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα και μήκος διαδρομής, εκτός αν ρυπανθεί εκ νέου.

Οι ρυπαντές επηρεάζουν την ποιότητα και του υπόγειου νερού και το καθιστούν ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση. Το υπόγειο νερό, λόγω των υγιεινών ιδιοτήτων του, είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για πόση. Όμως, όταν το υπόγειο νερό ρυπανθεί, δε

μπορεί να απομακρύνει μόνο του τους ρύπους, όπως το επιφανειακό νερό, καθώς η ροή του νερού είναι αργή και οι ρυπαντές δε διαλύονται και δε διασκορπίζονται αποδοτικά. Το υπόγειο νερό μπορεί να χρειαστεί εκατοντάδες χρόνια για να αυτοκαθαριστεί (Miller, 2004).

Έτσι, αποτελεί πρωταρχική αναγκαιότητα η προστασία των αποθεμάτων του υπόγειου νερού, αφού είναι αδύνατο να βρεθούν υποκατάστατα αυτής της πολύτιμης υγρής ουσίας, που υπάρχει σε κανονισμένες και περιορισμένες ποσότητες στη φύση.

Οι ελληνικοί υδατικοί πόροι δεν είναι ιδιαίτερα ρυπασμένοι, καθώς δεν υπάρχουν σημαντικές πηγές ρύπανσης. Ωστόσο, σημαντικά προβλήματα ρύπανσης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων παρατηρούνται κυρίως στις αγροτικές περιοχές, εξαιτίας της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Οι ρύποι δε δημιουργούν πρόβλημα, όταν οι συγκεντρώσεις τους είναι σχετικά χαμηλές. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, όπου οι συγκεντρώσεις είναι αρκετά υψηλές και συνεπώς δημιουργούνται αρκετά προβλήματα ρύπανσης.

Οι ρύποι του επιφανειακού και του υπόγειου νερού μπορεί να είναι:

- Απόβλητα (αστικά, βιομηχανικά, οργανικά), που χρειάζονται οξυγόνο για την αποδόμησή τους.
- Παθογόνοι μικροοργανισμοί.
- Λιπάσματα.
- Σύνθετες οργανικές ενώσεις (φυτοφάρμακα, απορρυπαντικά).
- Στοιχεία και ανόργανες ενώσεις (υδράργυρος, μόλυβδος, αρσενικό).
- Υδρογονάνθρακες.
- Αιωρούμενα στερεά, κυρίως προερχόμενα από τη φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων.
- Θερμική ρύπανση από τη χρήση του νερού στη βιομηχανία

Παρακάτω θα αναλυθούν οι πιέσεις, που ασκούνται στους υδατικούς πόρους εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας.

2.3.1 - Γεωργία

Οι γεωργικές καλλιέργειες επιβαρύνουν τα εδάφη και τα νερά κυρίως εξαιτίας της χρήσης λιπασμάτων, που περιέχουν ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου,

φυτοφαρμάκων και βαρέων μετάλλων, τα οποία καταλήγουν στον ποταμό μέσω των αποστραγγιστικών τάφρων ή μέσω της επιφανειακής απορροής (Μαρκαντωνάτος, 1990). Είναι πιθανό οι βλαβερές αυτές ουσίες να καταλήξουν στο δίκτυο νερού ανθρώπινης κατανάλωσης μέσω των έργων υδροληψίας, προκαλώντας προβλήματα υγείας.

Λιπάσματα

Το λίπασμα είναι οποιαδήποτε ουσία, φυσική ή τεχνητά παρασκευασμένη, που βελτιώνει την ανάπτυξη και την παραγωγικότητα των φυτών. Τα λιπάσματα ενισχύουν τη φυσική περιεκτικότητα του εδάφους σε ορισμένα χημικά στοιχεία ή αναπληρώνουν τις ποσότητες αυτών των στοιχείων, που απορροφήθηκαν από φυτά προηγούμενων γενεών.

Τα λιπάσματα διακρίνονται σε οργανικά, τα οποία περιέχουν άνθρακα στη σύνθεσή τους και σε ανόργανα, που δεν περιέχουν άνθρακα στη σύνθεσή τους. Υπάρχουν φυσικά και τεχνητά λιπάσματα και των δύο συστάσεων. Τα περισσότερα λιπάσματα αποσκοπούν στον εμπλουτισμό του εδάφους σε άζωτο, φώσφορο και κάλιο, που είναι απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών και απομακρύνονται από το έδαφος ταχύτερα. Ο τύπος του λιπάσματος καθορίζεται από τη σχετική εκατοστιαία περιεκτικότητα σε N, P₂O₅ και K₂O. Ανάλογα με το θρεπτικό στοιχείο, που περιέχουν, τα λιπάσματα διακρίνονται σε αζωτούχα, φωσφορούχα, καλιούχα και σύνθετα.

Τα αζωτούχα λιπάσματα παρασκευάζονται με βάση την αμμωνία (NH₃) και περιλαμβάνουν τα αμμωνιακά, τα νιτρικά, την ουρία, την αμμωνία και τα διαλύματα αζώτου. Τα αμμωνιακά λιπάσματα με τη βοήθεια των μικροοργανισμών του εδάφους μετατρέπονται σε νιτρικά υδατοδιαλυτά άλατα, τα οποία απορροφώνται από τα φυτά για την ανάπτυξή τους. Τα φωσφορούχα λιπάσματα περιλαμβάνουν τα υπερφωσφορικά, τα νιτροφωσφορικά, το φωσφορικό αμμώνιο, τα αμμωνιωθέντα φωσφορικά και τις σκωρίες του Θωμά. Τα καλιούχα λιπάσματα περιλαμβάνουν το χλωριούχο, το νιτρικό και θεικό κάλιο και παρασκευάζονται από τα αντίστοιχα ορυκτά του καλίου, αφού πρώτα τα ορυκτά υποστούν επεξεργασία για την αφαίρεση ανεπιθύμητων συστατικών (Μουρκίδης, 1982).

Η Ελλάδα καταναλώνει κυρίως θεική αμμωνία, νιτρική αμμωνία, φωσφορική αμμωνία, θεικό κάλιο και μικτά λιπάσματα για τη θρέψη των φυτών. Οι ανάγκες της χώρας καλύπτονται σε ποσοστό 90% περίπου από την παραγωγή τεσσάρων εγχώριων

βιομηχανιών, οι οποίες καλύπτουν πλήρως τις ανάγκες σε φωσφορικά λιπάσματα, αλλά όχι και σε αζωτούχα (Μουρκίδης, 1982).

Ωστόσο, η αλόγιστη χρήση των λιπασμάτων κατά τα τελευταία χρόνια, προκειμένου να αυξηθεί η αγροτική παραγωγή για την κάλυψη των ολοένα και αυξανόμενων ανθρώπινων αναγκών, έχει δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα. Καταρχάς, καθώς όλα τα λιπάσματα είναι ευδιάλυτα, απορροφώνται κυρίως από το ριζικό σύστημα των φυτών, τα οποία όμως έχουν συγκεκριμένο ρυθμό απορρόφησης νερού από το έδαφος. Η ποσότητα του διαλύματος, που δεν απορροφάται από τα φυτά, ρέει επιφανειακά και καταλήγει τελικά στους επιφανειακούς και υπόγειους υδατικούς πόρους ρυπαίνοντάς τους. Η έκπλυση αζώτου εξαρτάται από την περίοδο εφαρμογής της λίπανσης, το είδος της φυτοκάλυψης, τις χρήσεις γης, την επιφανειακή απορροή, το πορώδες και την υδροπερατότητα του εδάφους, τη μέθοδο λίπανσης, την ποσότητα του λιπάσματος, που χρησιμοποιείται κατά τη λίπανση, τη μέθοδο άρδευσης και την ποσότητα του νερού, που χρησιμοποιείται κατά την άρδευση (Καλλέργης, 2001).

Η αυξημένη χρήση κυρίως των αζωτούχων λιπασμάτων προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα στους υδατικούς πόρους. Η **νιτρορρύπανση** αναφέρεται στην επιβάρυνση του επιφανειακού ή υπόγειου νερού από νιτρικά κυρίως ιόντα και αποτελεί ένα παγκόσμιο πρόβλημα. Η παρουσία ενώσεων του αζώτου στα νερά οφείλεται στη διάθεση υγρών ή στερεών αποβλήτων (απορροφητικοί βόθροι, στοές, τάφροι, στραγγίσματα χώρων υγειονομικής ταφής κα.) και στη λίπανση καλλιεργειών. Η προέλευση των νιτρικών ιόντων σπάνια είναι και γεωλογική (Σάκκας, 2011).

Η νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης είναι σημαντική αιτία ποιοτικής υποβάθμισης των υπόγειων νερών, καθώς είναι πιθανό να επηρεάσει τα αποθέματα πόσιμου νερού της περιοχής, καθιστώντας το πλούσιο σε νιτρικά ιόντα και τελικά ακατάλληλο για πόση ή άλλη χρήση. Οι ενήλικες δεν κινδυνεύουν ιδιαίτερα, σε αντίθεση με τα παιδιά και τα μηρυκαστικά ζώα (Σάκκας, 2011). Η κατανάλωση νερού με αυξημένη περιεκτικότητα νιτρικών ιόντων (άνω των 10 mg/l) οδηγεί σε συμπτώματα κυάνωσης ιδιαίτερα σε βρέφη. Μεγάλη ποσότητα νιτρικών καταλήγει στον άνθρωπο και μέσω των λαχανικών, που έχουν λιπανθεί. Σημαντικές ποσότητες νιτρικών παρασύρονται και με τη βροχή και στη συνέχεια κατεισδύουν στο έδαφος και φτάνουν στον υδροφόρο ορίζοντα.

Συνοπτικά, οι επιπτώσεις της νιτρορρύπανσης είναι η ρύπανση των υπόγειων και των επιφανειακών υδάτων, η υποβάθμιση της ποιότητας του εδάφους και του περιβάλλοντος και τα προβλήματα υγείας στον άνθρωπο και άλλους οργανισμούς.

Αντίστοιχα προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος και των υδάτων συγκεκριμένα προκαλούν και τα φωσφορικά λιπάσματα. Η υπερβολική χρήση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων προκαλεί **ευτροφισμό** κάτω από ορισμένες συνθήκες λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης φωσφόρου και αζώτου στα επιφανειακά νερά. Το 45% των φωσφορικών στα νερά προέρχονται από τα οικιακά λύματα, το 45% από τις γεωργικές δραστηριότητες και το υπόλοιπο από τα απόβλητα των βιομηχανιών. Ένα ποσοστό προέρχεται από τη διάβρωση των πετρωμάτων (Μπέλλος, 2004).

Η είσοδος των θρεπτικών αλάτων στα υδάτινα αποθέματα προκαλεί ανάπτυξη των υδρόβιων φυτικών, τα οποία καταναλώνουν το διαλυμένο οξυγόνο κατά τη βιολογική αποικοδόμησή τους. Η έλλειψη οξυγόνου μπορεί να προκαλέσει μαζικούς θανάτους ψαριών σε ποτάμια, λίμνες, αβαθείς κόλπους θαλασσών, προκαλώντας παρενέργειες στην ισορροπία των οργανισμών μέσα στο νερό και υποβαθμίζοντας την ποιότητα του νερού. Συνεπώς, ο ευτροφισμός είναι μία ακόμη αρνητική συνέπεια της αυξημένης ρύπανσης των νερών με αζωτούχα και φωσφορικά λιπάσματα (Μπέλλος, 2004).

Παράλληλα, η χρήση των λιπασμάτων προκαλεί ρύπανση του εδάφους και του αέρα.

Φυτοφάρμακα

Τα φυτοφάρμακα είναι χημικά σκευάσματα, που χρησιμοποιούνται στη γεωργία, την κτηνιατρική, σε οικίες, σε δημόσιους και επαγγελματικούς χώρους για την προστασία των καλλιεργειών και των καρπών από ασθένειες και κακώσεις, την καταπολέμηση ζιζανίων, παρασίτων, τρωκτικών και άλλων οργανισμών. Με τον τρόπο αυτό, προστατεύεται η παραγωγή, συντηρούνται τροφές και υλικά, προστατεύονται οι χώροι διαμονής από βλαβερούς οργανισμούς, προλαμβάνονται ασθένειες. Τα φυτοφάρμακα ταξινομούνται σύμφωνα με τη χρήση τους σε εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, ποντικοκτόνα, υποκαπνιστικά και σύμφωνα με τη χημική δομή τους σε οργανοφωσφορικά, οργανοχλωριωμένα, πυρεθροειδή, καρβαμικά, διθειοκαρβαμικά, τριαζίνες, τριαζόλες και άλλα.

Στη γεωργία η εφαρμογή ενός φυτοφαρμάκου εξαρτάται από το στάδιο της καλλιέργειας, το στόχο, την εφαρμοζόμενη τεχνική και τις κλιματικές συνθήκες. Οι παρατηρούμενες συγκεντρώσεις των περισσότερων φυτοφαρμάκων ακολουθούν μια εποχική μεταβολή με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στο τέλος της άνοιξης και

τη θερινή περίοδο, οι οποίες ακολουθούνται από μείωση κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Konstantinou et al., 2006).

Ωστόσο, καθώς τα φυτοφάρμακα είναι πολύ τοξικά, υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι για τον άνθρωπο, άλλους έμβιους οργανισμούς, το περιβάλλον και το οικοσύστημα γενικά. Το πρόβλημα δημιουργείται λόγω του ότι η ποσότητα των φυτοφαρμάκων, που καταλήγει απευθείας στο στόχο, αποτελεί ένα μικρό ποσοστό σε σχέση με την ποσότητα, που εφαρμόζεται. Στις περισσότερες περιπτώσεις η αναλογία των φυτοφαρμάκων, που καταλήγουν στο στόχο είναι λιγότερο από 0,3%, ενώ το υπόλοιπο 99,7% καταλήγει «κάπου αλλού» (Werf, 1996).

Τα τελευταία χρόνια τα φυτοφάρμακα έχουν βρεθεί σε υψηλές συγκεντρώσεις στα επιφανειακά ύδατα (ποτάμια, λίμνες, θάλασσες), όπου καταλήγουν μέσω της επιφανειακής απορροής, της διάβρωσης του εδάφους, της διαρροής των υπόγειων νερών, της έκπλυσης υπολειμμάτων από τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και της άρδευσης (Αντωνόπουλος, 2001). Σημαντικές ποσότητες φυτοφαρμάκων έχουν βρεθεί και σε υπόγεια νερά, τα οποία σε ορισμένες περιοχές χρησιμοποιούνται στα συστήματα υδροδότησης.

Καθώς τα φυτοφάρμακα καταλήγουν στους επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες εξαιτίας της επιφανειακής απορροής, προκαλούνται θάνατοι ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών. Επιπλέον, η ρύπανση του υπογείου νερού από τα φυτοφάρμακα στις αναπτυσσόμενες και τις αναπτυσσόμενες χώρες είναι ένα σημαντικό πρόβλημα, καθώς ο μισός πληθυσμός της γης πίνει νερό, που προέρχεται από γεωτρήσεις, όπου τα κατάλοιπα από τα τοξικά διατηρούνται για πολλά χρόνια απειλώντας τη δημόσια υγεία και μπορούν να προκαλέσουν ασθένειες, δηλητηριάσεις, ακόμα και θανάτους. Τα φυτοφάρμακα μπορούν να καταλήγουν στους ζωντανούς οργανισμούς, ανθρώπους και ζώα, μέσω της τροφής και του νερού, της αναπνοής και της δερματικής επαφής (Pimentel, 1996).

Παράλληλα, λόγω της υπερβολικής χρήσης των φυτοφαρμάκων, πολλά αγριόχορτα, παράσιτα και έντομα έχουν γίνει ανθεκτικά προς αυτά και πλέον δεν επηρεάζονται από τα χημικά. Ακόμα και η ίδια η παραγωγή μπορεί να επηρεαστεί από την έντονη χρήση φυτοφαρμάκων και να μειωθεί, κυρίως λόγω μεγάλης δόσης (Pimentel, 1996).

Στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια η εντατική γεωργική παραγωγή οδήγησε σε μεγάλη κατανάλωση φυτοφαρμάκων, που προκάλεσαν ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών, σύμφωνα με μελέτες, που έγιναν. Οι κύριες ουσίες, που έχουν εντοπιστεί,

είναι οι τριαζίνες (27% των συνολικών ποσοτήτων παρασιτοκτόνων) και οι οργανοφωσφορικές ενώσεις (23% των συνολικών ποσοτήτων εντομοκτόνων), οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν εντατικά πριν από το 1972, οπότε και απαγορεύτηκαν, αλλά ανιχνεύονται ακόμα στους υδάτινους αποδέκτες, καθώς είναι εξαιρετικά σταθερές και λιπόφιλες χημικές ουσίες και συσσωρεύονται στα ιζήματα των επιφανειακών αποδεκτών. Υψηλές τιμές φυτοφαρμάκων βρέθηκαν στους ποταμούς Στρυμόνα, Έβρο, Νέστο, Αλιάκμονα και Πηνειό και σε όλες σχεδόν τις λίμνες, που εξετάστηκαν, αλλά οι συγκεντρώσεις τους είναι πολύ χαμηλότερες από τα επικίνδυνα όρια και συνεπώς δε φαίνεται να αποτελούν σοβαρή απειλή για την ποιότητα των εν λόγω υδατικών πόρων (Αγγελίδης κα., 2005). Επιπλέον, βρέθηκε ότι τα ποτάμια είναι περισσότερο ρυπασμένα από τις λίμνες.

Παρά τη ρύπανση του περιβάλλοντος και των τροφίμων από φυτοφάρμακα, μέχρι σήμερα δεν έχει γίνει δυνατή η αντικατάστασή τους.

2.3.2 - Κτηνοτροφία

Το κρέας αποτελεί σημαντική τροφή του ανθρώπινου πληθυσμού και η κατανάλωσή του έχει παρουσιάσει ραγδαία αύξηση τα τελευταία χρόνια. Για την κάλυψη των αυξανόμενων διατροφικών αναγκών άλλαξε ο τρόπος ανάπτυξης των ζώων. Πλέον τα ζώα δε βόσκουν ελεύθερα, αλλά εκτρέφονται σε μεγάλες κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις. Η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο στις μονάδες αυτές, καθώς έχει διευκολύνει τις διαδικασίες με την αυτοματοποίηση της διατροφής και του ποτίσματος των ζώων, του αρμέγματος, τη συλλογή των αυγών, τη συλλογή των αποβλήτων. Έτσι έχει συμβάλλει στην αύξηση του αριθμού των ζώων και της ποσοτικής και ποιοτικής παραγωγής (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η κτηνοτροφία περιλαμβάνει τη βοοτροφία για την παραγωγή κρέατος και γάλακτος, τη χοιροτροφία και την πτηνοτροφία, που αναπτύσσεται σε μικρό βαθμό και μέγεθος. Οι κτηνοτροφικές μονάδες είναι διάσπαρτες, βρίσκονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές και συμβάλλουν στη ρύπανση εξαιτίας του μεγάλου αριθμού ζώων, που είναι συγκεντρωμένα εκεί.

Τα ρυπαντικά φορτία της κτηνοτροφίας ποικίλουν ακόμη και μεταξύ εκμεταλλεύσεων ομοειδών ζώων, λόγω διαφοράς πρακτικών διαχείρισης των παραγόμενων αποβλήτων. Τα χαρακτηριστικά των πτηνοκτηνοτροφικών αποβλήτων είναι η οργανική τους προέλευση, ο μικρός σχετικά όγκος τους, συγκρινόμενα με τα

αντίστοιχα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων και πολύ περισσότερο με τα λύματα αστικών περιοχών, και η μεγάλη τους πυκνότητα. Η κατηγορία αυτή των αποβλήτων περιέχει μικρή ποσότητα νερού και ως εκ τούτου εμφανίζονται με πολύ μεγάλες τιμές ρυπαντικών φορτίων ανά μονάδα όγκου (ΔΕΥΑΛ, 1982)

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες, καθώς ποσοστό μεγαλύτερο του 70% είναι οργανικής σύστασης. Τα απόβλητα αυτά περιέχουν άλατα, οργανικές ενώσεις και βακτήρια, αλλά και ενώσεις του αζώτου (Καλλέργης, 2001). Δεν περιέχουν βαριά μέταλλα, όπως χαλκό, ψευδάργυρο, σίδηρο, μαγνήσιο, σε τοξικές συγκεντρώσεις. Ωστόσο, όταν αποθηκευτούν για μεγάλο χρονικό διάστημα, η συγκέντρωση των μετάλλων αυτών μπορεί να φτάσει σε τοξικά επίπεδα.

Ο όγκος των αποβλήτων εξαρτάται από το είδος και την ηλικία ή το βάρος των ζώων, καθώς επίσης και από το σύστημα διατροφής. Ο τελικός όγκος, όμως των αποβλήτων, που προκύπτει, είναι μεγαλύτερος λόγω της αραίωσης τους με νερό από πλυσίματα των χώρων, βροχοπτώσεις ή και διαρροών, καθώς επίσης από την προσθήκη στρωμνής (άχυρο, υπολείμματα ζωοτροφών, φτερά, τρίχες κλπ). Η αραίωση αυτή φτάνει πολλές φορές ακόμα και στο δεκαπλάσιο του αρχικού όγκου, στην περίπτωση των χοιροστασίων. Οι ρύποι μεταφέρονται στους επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες και στα υπόγεια ύδατα προκαλώντας σημαντική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Ταυτόχρονα, στις μονάδες αυτές εκλύονται επικίνδυνα αέρια από τα απόβλητα των ζώων, όπως αμμωνία, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο, μεθάνιο, τα οποία είναι βλαβερά για την υγεία ανθρώπων και ζώων (Μαρκαντωνάτος, 1990) και συμβάλλουν στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Η συνολική ετήσια παραγωγή λυμάτων σε οργανωμένες κτηνοτροφικές μονάδες στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι φτάνει τα τρία εκατομμύρια τόνους. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι (Μαρτζόπουλος, 1996):

- Μια χοιροτροφική μονάδα με 200 χοιρομητέρες παράγει 500 τόνους λύματων ετησίως και η ρύπανση, που μπορεί να προκληθεί, ισοδυναμεί με τη ρύπανση των αστικών λυμάτων μιας κοινότητας με 2.000 κατοίκους.
- Μια μονάδα εκτροφής μοσχарίων με 500 μοσχάρια παράγει περίπου 12.000 τόνους λυμάτων και μπορεί να προκαλέσει ρύπανση, που αντιστοιχεί με αυτή μιας κοινότητας με 4.500 κατοίκους.

- Μια πτηνοτροφική μονάδα με 30.000 όρνιθες παράγει περίπου 1,5 τόνο λυμάτων και η ρύπανση αντιστοιχεί με αυτή μιας κοινότητας με 1.000 κατοίκους.

Η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων είναι εξίσου σημαντική. Τα απόβλητα, που προέρχονται από τα σταβλισμένα ζώα, δεν αποτελούν μεγάλο πρόβλημα, όταν τηρούνται οι προδιαγραφές, που θέτουν οι νόμοι. Η λειτουργία των κτηνοτροφικών μονάδων επιτρέπεται μετά από Περιβαλλοντική αδειοδότηση, η οποία προβλέπει βόθρους για τα υγρά απόβλητα και ειδικούς χώρους για τη χώνευση των στερεών αποβλήτων, τα οποία μπορούν τελικά να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα (Στυλιανάκης, 2006). Αν και οι κτηνοτροφικές μονάδες θεωρητικά διαθέτουν μονάδες επεξεργασίας των υγρών αποβλήτων τους, ωστόσο συχνά αυτές δε λειτουργούν σωστά και η διάθεση στο περιβάλλον είναι προβληματική, προκαλώντας ακόμα και προβλήματα ευτροφισμού στους υδάτινους αποδέκτες. Οι αρμόδιες υπηρεσίες έχουν εκδώσει οδηγίες για τη σωστή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, αλλά αυτές εφαρμόζονται μόνο στις μεγάλες κτηνοτροφικές μονάδες.

2.3.3 - Αστικά λύματα

Είναι τα υγρά απόβλητα, που δημιουργούνται κατά τις διαδικασίες καθαριότητας (χώροι υγιεινής, μαγειρεία, πλυντήρια κα) σε μια κατοικημένη περιοχή (κατοικίες, γραφεία, ιδρύματα, βιομηχανίες κα) (Μαρκαντωνάτος, 1990). Τα κύρια χαρακτηριστικά των αστικών υγρών αποβλήτων είναι (Τσιότρας, 1979):

- Υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες
- Σημαντική περιεκτικότητα σε στερεά οργανικά ή ανόργανα, τα οποία καθιζάνουν, αιωρούνται ή επιπλέουν.
- Σημαντική περιεκτικότητα σε θρεπτικά στοιχεία, κυρίως ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου.
- Παρουσία βακτηρίων, παρασίτων και ιών, που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες.
- Υψηλή περιεκτικότητα σε απορρυπαντικά, φάρμακα, εντομοκτόνα.

Τα λύματα μπορούν να ρυπάνουν τους υδατικούς αποδέκτες ανάλογα με την επεξεργασία, που υφίστανται. Όταν τα λύματα δεν υφίστανται καμία επεξεργασία, τότε καλούνται φυσικά ή ακατέργαστα. Όταν αφαιρεθούν επιπλέοντα και αιωρούμενα στοιχεία με καθίζηση και συγκράτηση σε λεκάνες, η επεξεργασία καλείται πρωτογενής, ενώ στην περίπτωση, που ακολουθήσει βιολογική επεξεργασία για τη διάσπαση αιωρούμενων οργανικών ενώσεων με αερισμό ή φίλτρα, η επεξεργασία καλείται δευτερογενής. Στην περίπτωση που, εκτός από τα προηγούμενα, γίνουν και φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες, καθίζηση φωσφορικών, διάσπαση αμμωνίας, απαζώτωση, προσρόφηση σε ενεργό άνθρακα, χλωρίωση και άλλα, η επεξεργασία καλείται τριτογενής (Καλλέργης, 2001).

Οι πρωτογενείς και δευτερογενείς διαδικασίες απομακρύνουν το 40-50% των οργανικών ενώσεων, δηλαδή περίπου το 80-90% μείωση του συνολικού BOD, 80% μείωση αζώτου και 20% μείωση φωσφόρου, ενώ όταν εφαρμόζεται τριτογενής επεξεργασία τα επίπεδα φτάνουν το 95% για το οργανικό φορτίο και το 80% για το άζωτο και το φώσφορο. Επιπλέον, τα λύματα μετά τη δευτερογενή επεξεργασία περιέχουν πολλούς μικροοργανισμούς, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν πολλές ασθένειες, όπως διάρροια, ηπατίτιδα, γαστρεντερίτιδα και άλλα.

Το φορτίο ρύπανσης από τα αστικά απόβλητα καθορίζεται σύμφωνα με το μόνιμο και εποχιακό πληθυσμό κάθε οικισμού. Για τα αστικά υγρά απόβλητα έχουν προταθεί οι παρακάτω συντελεστές παραγωγής ρυπαντικού φορτίου (Andreadakis et al., 2006):

- Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD_5) = 60 gr/κατ/ημ
- Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) = 75 gr/κατ/ημ
- Ολικό άζωτο (TN) = 12 gr/κατ/ημ
- Ολικός φώσφορος (TP) = 2,5 gr/κατ/ημ

Ο πίνακας 2.1 δείχνει τα επίπεδα εκπομπής στους εγκαταστάσεις βιολογικούς καθαρισμούς.

	Εισερχόμενα	Δευτεροβάθμια επεξεργασία	Τριτοβάθμια επεξεργασία
BOD, g/p.e./d	60	6	3
N, g/p.e./d	12	2,4	2,4
P, g/p.e./d	2,5	2	0,5

Πίνακας 2.1: Επίπεδα εκπομπής στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων (Andreadakis et al, 2006).

Η διαδικασία καθαρισμού των υγρών αποβλήτων στοχεύει στη διάθεση του χρησιμοποιημένου νερού στη φύση ή στο κύκλωμα παραγωγής με ποιοτικά χαρακτηριστικά αποδεκτά, που θα είναι συμβατά με τις επιθυμητές χρήσεις για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, των φυσικών οικοσυστημάτων και του περιβάλλοντος γενικότερα. Η επεξεργασία καθαρισμού των λυμάτων αποσκοπεί στην απομάκρυνση, εξουδετέρωση ή κατάλληλη τροποποίηση των επιβλαβών χαρακτηριστικών τους, ώστε κατά την τελική τους διάθεση να μην αποτελούν απειλή για την υγεία ή το περιβάλλον. Τα αστικά λύματα μπορούν να επεξεργαστούν κατάλληλα και τα αποτελέσματα είναι συνήθως ικανοποιητικά (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Προβλήματα διάθεσης στο περιβάλλον προκαλούν συχνά οι φθορές του αποχετευτικού δικτύου. Οι υπόνομοι, αν και πρέπει όταν κατασκευάζονται να είναι στεγανοί, πολλές φορές εμφανίζουν διαρροές από ζημιές στα τοιχώματα εξαιτίας ριζών δένδρων, υπερβολική φόρτιση του εδάφους, σεισμών και άλλων. Εξαιτίας των διαρροών από τα τοιχώματα οι ρύποι και σε αυτή την περίπτωση καταλήγουν στα υπόγεια ύδατα.

Σε αρκετές περιοχές πολλά κτίρια δεν εξυπηρετούνται από τοπικό δίκτυο αποχέτευσης, αλλά χρησιμοποιούν σηπτικούς (στεγανούς) βόθρους, οι οποίοι όμως ρυπαίνουν τόσο το έδαφος όσο και το υπόγειο νερό. Αναφέρεται ότι κάθε κάτοικος παράγει καθημερινά 0,15-0,4 m³ λύματα, τα οποία καταλήγουν στους σηπτικούς βόθρους και αποτελούν σημαντική πηγή ρύπανσης. Τα λύματα, που συγκεντρώνονται μέσα στους σηπτικούς βόθρους είναι πλούσια σε συγκεντρώσεις αζώτου (40-80 mg/l κυρίως σαν NH₄) και φωσφόρου (10-30 mg/l κυρίως σαν PO₄), ενώ το BOD εμφανίζει τιμές από 20-450 mg/l. Το υποκείμενο υπόγειο νερό είναι πλούσιο σε νιτρικά, χλώριο και βακτήρια.

Οι σπηπτικοί βόθροι διαθέτουν ένα στραγγιστικό αγωγό και διαχωρίζει τα υγρά από τα υλικά, που καθιζάνουν, δημιουργώντας λάσπη. Συνεπώς, απαιτείται να είναι στεγανός για την αποφυγή διαρροών. Στην περίπτωση, που τα τοιχώματα είναι διαπερατά, ο βόθρος είναι απορροφητικός και αποτελεί τη συνέχιση του σπηπτικού βόθρου. Όμως η ρύπανση, που προκαλείται στην περίπτωση αυτή, είναι ιδιαίτερα έντονη.

2.3.4 - Βιομηχανικά απόβλητα

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν απόβλητα βιομηχανιών γαλακτοκομικών προϊόντων, κρέατος και πουλερικών, ζάχαρης, ελαιοτριβείων, οινοποιείων, λιπασμάτων, παραγωγής αλουμινίου, συσκευαστήρια φρούτων και λαχανικών, υφαντουργεία, χαρτοποιία και άλλες (Μαρκαντωνάτος, 1990). Τα βιομηχανικά απόβλητα αποτελούνται κυρίως από ύδατα, που χρησιμοποιούνται (Τσιότρας, 1979):

- Για παραγωγή ενέργειας
- Στις παραγωγικές διεργασίες
- Στη μεταφορά θερμότητας
- Στον καθαρισμό χώρων και μηχανημάτων

Καθώς οι βιομηχανίες χρησιμοποιούν το νερό με διαφορετικούς τρόπους, η ρύπανση, που προκαλούν, είναι διαφορετική. Η βιομηχανική ρύπανση περιλαμβάνει θερμική ρύπανση, ραδιενεργά υλικά, οργανικά χημικά και ανόργανα συστατικά.

Πολλές βιομηχανίες χρησιμοποιούν το νερό για την ψύξη συστατικών ή μηχανημάτων, όπως εταιρείες παραγωγής χημικών, εγκαταστάσεις κατασκευής ατσαλιού και εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η θερμική ρύπανση περιλαμβάνει την επιστροφή του ζεστού νερού σε ένα ρεύμα ή ένα ποτάμι, δημιουργώντας προβλήματα στο ποτάμι λόγω της μείωσης του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό, που προκαλεί προβλήματα στην αναπαραγωγή των ψαριών και τελικά μειώνεται ο πληθυσμός τους (Miller, 2004).

Ραδιενεργά υλικά, που προέρχονται από εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από πυρηνική ενέργεια και τα απόβλητα των εγκαταστάσεων αυτών, διατίθενται στα ποτάμια. Έπειτα, όμως, ραδιενεργό υλικό συσσωρεύεται στους ιστούς

των ψαριών και, όταν καταλήξουν στον άνθρωπο, προκαλούν προβλήματα. Επιπλέον, ρύπανση προκαλείται στα νερά από ατυχήματα ή βλάβες στους πυρηνικούς σταθμούς και από πυρηνικές δοκιμές ή εκρήξεις. Οι σταθμοί πυρηνικής ενέργειας προκαλούν, επίσης, θερμική ρύπανση, που αποτελεί σημαντική απειλή για την υδρόβια ζωή. Γι' αυτό, οι πυρηνικοί σταθμοί εγκαθίστανται σε απομακρυσμένες περιοχές με βαθιά νερά και ισχυρά θαλάσσια ρεύματα. Τα ραδιενεργά απόβλητα παλιότερα κατέληγαν στους ωκεανούς μέσα σε ειδικά δοχεία υπολογισμένα να αντέξουν όσο χρόνο χρειάζονται αυτά για να πάψουν να είναι ραδιενεργά. Σήμερα ακολουθούνται άλλες διαδικασίες για την απόρριψή τους (Αθανασάκης & Κουσουρή, 1987).

Οργανικά και ανόργανα απόβλητα καταλήγουν, επίσης, στους υγρούς αποδέκτες. Τα οργανικά απόβλητα προέρχονται από τη βιομηχανία και για την αποσύνθεσή τους από τα βακτηρίδια απαιτείται οξυγόνο. Αν τα απόβλητα αυτά καταλήγουν στα νερά, τα βακτηρίδια αναπτύσσονται πολύ γρήγορα, λαμβάνοντας περισσότερο οξυγόνο από το νερό, προκαλώντας το θάνατο των ψαριών. Τα ανόργανα βιομηχανικά απόβλητα προέρχονται από την παρασκευή σαπουνιών και απορρυπαντικών, φαρμάκων, βαφών και λιπασμάτων (Miller, 2004).

Οι συντελεστές εκπομπής των υγρών αποβλήτων εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες (Καλιακάτσος κα, 2006):

- *Είδος πηγής*: Βιομηχανική δραστηριότητα εγκατάστασης
- *Μονάδα δραστηριότητας*: Ποσότητες καταναλισκόμενων πρώτων υλών ή παραγόμενων προϊόντων
- *Διεργασία*: Ιδιαιτερότητες της διεργασίας ή του σχεδιασμού
- *Πηγή*: Ηλικία, τεχνολογική υποδομή, συντήρηση και συνθήκες λειτουργίας
- *Συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων*: Τύπος, ηλικία και σχεδιασμός
- *Εξωτερικές συνθήκες*: θερμοκρασία, υγρασία, γενικά κλιματολογικές συνθήκες

Κάθε βιομηχανία διαχειρίζεται τα απόβλητά της διαφορετικά, προκειμένου αυτά να καθαριστούν ανάλογα με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους, τον τελικό αποδέκτη με τις επιθυμητές χρήσεις και τα διαθέσιμα τεχνικά και οικονομικά μέσα. Για την επεξεργασία των αποβλήτων αυτών είναι απαραίτητη η γνώση της διαδικασίας παραγωγής, των ποιοτικών και ποσοτικών χαρακτηριστικών τους, οι δυνατότητες της

τελικής διάθεσης, αλλά και οι δυνατότητες πιθανής επαναχρησιμοποίησής τους (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Για τα συστήματα επεξεργασίας αποβλήτων καθορίζονται συντελεστές απόδοσης, οι οποίοι εκφράζουν την ποσοστιαία μείωση του φορτίου, που αυτό επιτυγχάνει, δηλαδή την απόδοση του συστήματος. Τα φορτία της ρύπανσης από βιομηχανικά απόβλητα εξαρτώνται από το κατά πόσο οι βιομηχανίες τηρούν τις υποχρεώσεις τους σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων στις μονάδες επεξεργασίας υγρών αποβλήτων, που διαθέτουν στους χώρους τους, πριν τη διάθεσή τους στο περιβάλλον (Andreidakis et al, 2006).

Τα βιομηχανικά απόβλητα απαιτούν ιδιαίτερη μεταχείριση, καθώς πολλές φορές μπορεί να περιέχουν τοξικές ουσίες ή άλλες δύσκολα βιοαποδομήσιμες, οι οποίες πρέπει να απομακρυνθούν.

2.3.5 - Άλλες πηγές ρύπανσης

Μεταξύ των πηγών ρύπανσης είναι οι χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (χωματερές), οι χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων, ιχθυοκαλλιέργειες, εργοτάξια, αυτοκινητόδρομοι κ.α.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα αποτελεί η διαχείριση των ολοένα και αυξανόμενων αστικών στερεών αποβλήτων. Η μέση ποιοτική σύσταση των αστικών αποβλήτων φαίνεται στον πίνακα 2.2 (Στυλιανάκης, 2006):

Σύσταση	Ποσοστό (%)
Βιοαποδομήσιμα οργανικά	47,0
Χαρτί	20,0
Πλαστικό	8,5
Μέταλλα	4,5
Γυαλί	4,5
Υπόλοιπα	15,5
Σύνολο	100,0

Πίνακας 2.2: Σύσταση στερεών αποβλήτων

Η σύσταση των αποβλήτων διαφοροποιείται ανάλογα με την περιοχή, όπου παράγονται. Οι αγροτικές περιοχές παράγουν μικρότερες ποσότητες απορριμμάτων λόγω του διαφορετικού τρόπου ζωής σε σχέση με τις αστικές περιοχές και έχουν διαφορετική σύσταση, καθώς τα οργανικά υπολείμματα χρησιμοποιούνται ως τροφή για τα ζώα. Στις μεγάλες πόλεις κάθε κάτοικος παράγει περίπου 1,0-1,2 κιλά οικιακών απορριμμάτων την ημέρα.

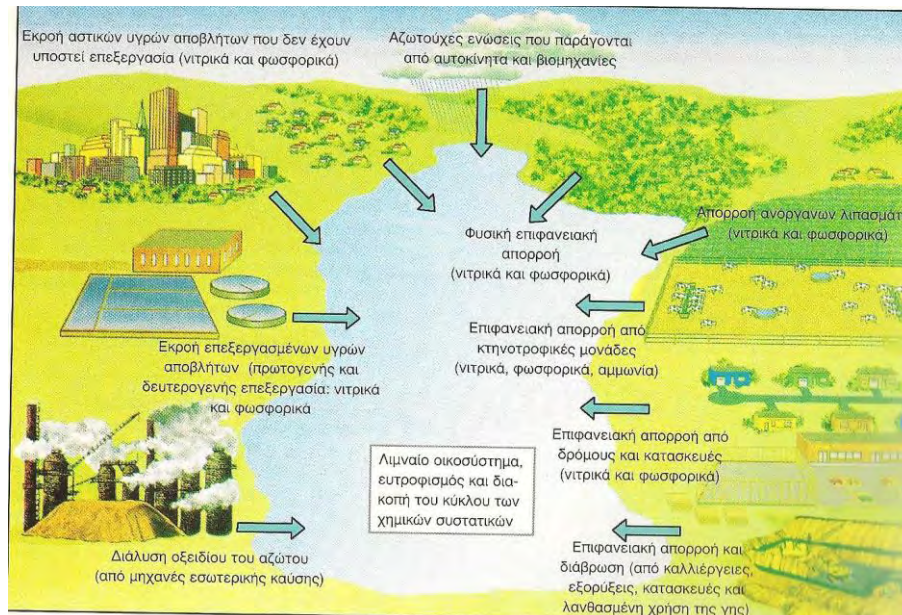
Πολλά από τα απορρίμματα αυτά καταλήγουν στους χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (χωματερές). Η απόρριψη οικιακών απορριμμάτων σε χώρους ανεξέλεγκτα δημιουργεί προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος, που σχετίζονται με την υγεία και τον κίνδυνο μετάδοσης σοβαρών ασθενειών, οσμές, αισθητική ρύπανση, πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιών και εκρήξεων, αλλά κυρίως ρύπανση του εδάφους από τα στραγγίσματα και τα τοξικά υλικά και ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Όταν τα απορρίμματα βραχούν από τα νερά των βροχών, δημιουργείται ένα τοξικό υγρό, που καλείται στράγγισμα, έκκριμα ή leachate, το οποίο ρέει επιφανειακά προσβάλλοντας τους υδάτινους αποδέκτες ή κατεισδύει προς τον υποκείμενο υδροφόρο ορίζοντα ρυπαίνοντάς τον. Παρατηρείται αύξηση του TDS, των χλωριόντων, των θειικών ιόντων, της σκληρότητας του νερού και των οξυανθρακικών ιόντων εξαιτίας του παραγόμενου διοξειδίου του άνθρακα (Καλλέργης, 2001).

Η διαχείριση των στερεών αποβλήτων κατά το παρελθόν ήταν προβληματική λόγω της διάθεσης των αποβλήτων σε χωματερές, όπου τα απορρίμματα συγκεντρώνονταν και στη συνέχεια σκεπάζονταν με χώμα ή καίγονταν. Στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) υπάρχει πρόβλεψη για την αντιμετώπιση τυχόν διαρροών με την τοποθέτηση γεωμεμβρανών και την κατασκευή περιφερειακού συλλεκτηρίου συστήματος. Δυστυχώς στον ελληνικό χώρο υπάρχουν ακόμα πολλές ανεξέλεγκτες χωματερές, ανύπαρκτες στεγανώσεις, καθώς και πλημμελής αποθήκευση επικίνδυνων βιομηχανικών και νοσοκομειακών αποβλήτων, που μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα (Στουρνάρας, 2007).

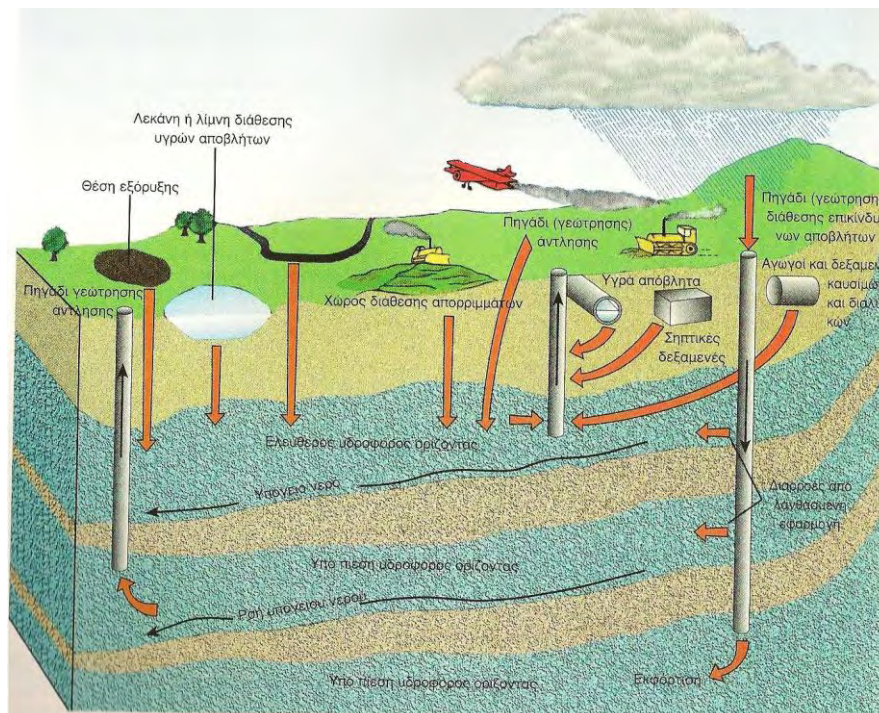
Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια σε όλη την Ελλάδα για τη σωστή διαχείριση των στερεών απορριμμάτων με κλείσιμο των παλιών χωματερών, αποκατάσταση των χώρων ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων και απόθεση των απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής.

Συμπερασματικά, πρέπει να αναφερθεί ότι η μείωση των υδατικών αποθεμάτων και ταυτόχρονα η ρύπανσή τους συμβάλλουν στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και θέτουν σε κίνδυνο την υγεία των έμβιων οργανισμών.

Ακολουθούν σχήματα, όπου φαίνεται η ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.



Σχήμα 3.1: Ρύπανση των επιφανειακών υδάτων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.



Σχήμα 3.2: Ρύπανση των υπόγειων υδάτων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 – Περιφέρεια Θεσσαλίας

3.1.1 - Γενικά

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας καταλαμβάνει το κεντρικό – ανατολικό τμήμα της ηπειρωτικής Ελλάδας. Αποτελείται από τους Νομούς Καρδίτσας, Λαρίσης, Μαγνησίας και Τρικάλων και καταλαμβάνει συνολική έκταση 14.037 km², ποσοστό που αντιστοιχεί στο 10,6% της συνολικής έκτασης της χώρας. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας συνορεύει βόρεια με τις Περιφέρειες Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, νότια με την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, δυτικά με την Περιφέρεια Ηπείρου, ενώ ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος.



Χάρτης 3.1: Η Θεσσαλία.

Η Θεσσαλία παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα, με τα ορεινά τμήματα περιμετρικά και τα πεδινά στις κεντρικές περιοχές. Το 37% του εδάφους της Περιφέρειας είναι πεδινό, το 17% ημιορεινό, ενώ το 46% είναι ορεινό. Οι εκτάσεις, που καλλιεργούνται, καταλαμβάνουν έκταση 35,9%. Υπάρχουν πέντε ορεινοί όγκοι, μεταξύ των οποίων το ψηλότερο βουνό στην Ελλάδα ο Όλυμπος, με υψόμετρο 2.917 m. Εκτός του Ολύμπου, η θεσσαλική πεδιάδα, που αποτελεί τη μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας, περιβάλλεται από το νότιο τμήμα της οροσειράς της Πίνδου, τον Ιταμό, το Πήλιο και την Όθρυς. Στα δυτικά βρίσκεται η τεχνητή λίμνη του Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου, η οποία δημιουργήθηκε ύστερα από απόφραξη της κοίτης του ποταμού (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009). Διαρρέεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά από τον ποταμό Πηνειό, που είναι το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας.

Ο πληθυσμός της Περιφέρειας Θεσσαλίας είναι περίπου 730.730 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας για το έτος 2011, που αντιστοιχεί στο 6,7% του πληθυσμού της Ελλάδας. Αποτελεί την τρίτη σε πληθυσμιακό μέγεθος Περιφέρεια της χώρας.

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας περιλαμβάνει τέσσερις νομούς, από τους οποίους ο νομός Λάρισας είναι ο μεγαλύτερος σε έκταση, ακολουθεί ο νομός Τρικάλων, ενώ οι νομοί Καρδίτσας και Μαγνησίας έχουν την ίδια έκταση. Στον πίνακα, που ακολουθεί, φαίνονται στοιχεία σχετικά με την έκταση των νομών της Θεσσαλίας.

Περιοχή	Συνολική έκταση	Υψομετρικές ζώνες		
	Km ²	Πεδινές	Ημιορεινές	Ορεινές
		% σε συν. έκταση	% σε συν. έκταση	% σε συν. έκταση
Ελλάδα	131.957,4	28,7	29,0	42,3
Θεσσαλία	14036,8	37,0	17,4	45,6
Ν. Καρδίτσας	2636,0	46,3	4,5	49,2
Ν. Λάρισας	5380,9	48,6	23,3	28,1
Ν. Μαγνησίας	2636,3	30,1	25,2	44,7
Ν. Τρικάλων	3383,6	16,8	12,0	71,2

Πίνακας 3.1: Χαρακτηριστικά των νομών της Θεσσαλίας.

Ο νομός Καρδίτσας αποτελεί το νοτιοδυτικό τμήμα της Περιφέρειας Θεσσαλίας και έχει έκταση 2.636 km². Το νοτιοδυτικό τμήμα του Νομού καταλαμβάνεται από βουνά της Πίνδου και των Αγράφων, ενώ βορειοανατολικά απλώνεται ο θεσσαλικός κάμπος. Το 46% του Νομού καλύπτεται από πεδινές εκτάσεις, το 49% από ορεινούς όγκους και μόλις το 5% από ημιορεινές περιοχές (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009).

Ο Νομός Λάρισας καταλαμβάνει το βορειότερο τμήμα της Θεσσαλίας, είναι ο δεύτερος σε έκταση Νομός της χώρας με έκταση 5.380 km² και ο πρώτος σε καλλιεργούμενες εκτάσεις. Οι πεδινές εκτάσεις καταλαμβάνουν το 48% του Νομού και οι ορεινές περιοχές το 30%, ενώ το 83% των δημοτικών και κοινοτικών διαμερισμάτων του νομού χαρακτηρίζονται ως αγροτικά. Επίκεντρο της οικονομικής ζωής του Νομού αλλά και της Περιφέρειας αποτελεί η πόλη της Λάρισας (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009)

Ο Νομός Μαγνησίας καταλαμβάνει το ανατολικότερο τμήμα της Περιφέρειας και έχει συνολική έκταση 2.636 km². Ο Νομός Μαγνησίας συνορεύει βόρεια και δυτικά με το νομό Λάρισας, νότια με το νομό Φθιώτιδας, ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο πέλαγος και νοτιοανατολικά από τον Παγασητικό κόλπο. Στο Νομό Μαγνησίας υπάρχουν και οι Βόρειες Σποράδες (Σκιάθος, Σκόπελος, Αλόνησος, Κυρά Παναγιά, Γιούρια, Ψαθούρα, Πιπέρι, Περιστέρα και Σκάντζαρι). Οι ορεινές περιοχές καταλαμβάνουν το 45% της συνολικής έκτασης του Νομού, ενώ οι πεδινές περιοχές αποτελούν το 30% (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009).

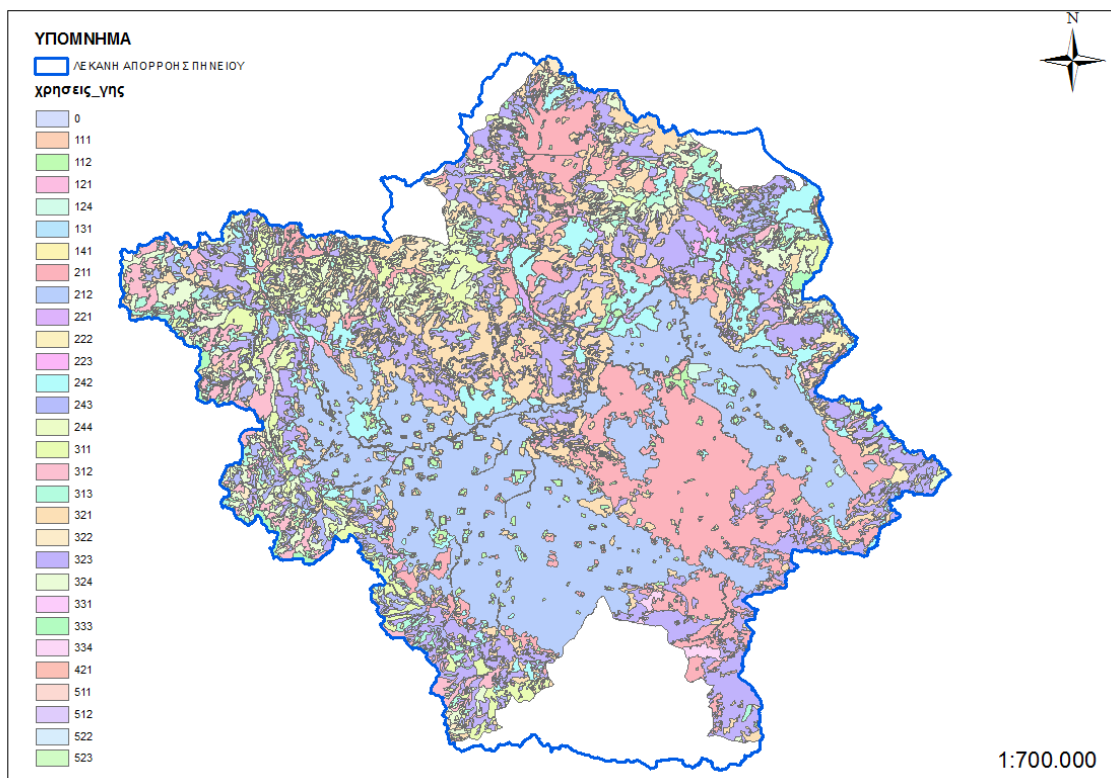
Ο Νομός Τρικάλων καταλαμβάνει το βορειοδυτικό τμήμα της Περιφέρειας, είναι ο δεύτερος σε έκταση (3.383 km²) και ο τρίτος σε πληθυσμό Νομός της Θεσσαλίας. Ο Νομός Τρικάλων είναι ο ορεινότερος της Θεσσαλίας, με πεδινές περιοχές οι οποίες αποτελούν μόλις το 17% της συνολικής του έκτασης. Τα βασικά ποτάμια του νομού είναι είτε παραπόταμοι του Πηνειού (Μαλαकाσιώτικος, Μουργκάνης, Ληθαίος, Παλαιοχωρίτης, Αγιαμονιώτης, Νεοχωρίτικος, Πορταϊκός), είτε παραπόταμοι του Αχελώου ή Ασπροπόταμου (Καμνιαϊτικός, Βαθύρρεμα). Οι δύο μεγάλοι αυτοί ποταμοί πηγάζουν από το ίδιο το σημείο, στο ΒΔ άκρο του νομού Τρικάλων, απ' όπου πηγάζουν επίσης ο Αώος και ο Άραχθος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009).

3.1.2 – Χρήσεις γης

Οι χρήσεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας κυρίως αντιστοιχούν στη γεωργία και την κτηνοτροφία. Παράλληλα, υπάρχουν δάση και δασικές εκτάσεις, που ανάλογα με το υψόμετρο και την γεωγραφική τους θέση, αποτελούνται από κωνοφόρα είδη (πεύκη

– ελάτη), από πλατύφυλλα (δρυς – καστανιά – οξυά), καθώς και από αείφυλλα πλατύφυλλα είδη της χαμηλότερης υψομετρικά ζώνης (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού με βάση την ονοματολογία **CORINE LAND COVER**.



Χάρτης 3.2: Χρήσεις γης στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού
(ιδία επεξεργασία).

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω χάρτη, το μεγαλύτερο τμήμα των χρήσεων γης αντιστοιχεί στους κωδικούς CORINE 211 (Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη), 212 (Μόνιμα αρδευόμενη γη), 321 (Φυσικοί βοσκότοποι) και 322 (Θάμνοι και χερσότοποι).

Οι περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις βρίσκονται στους νομούς Λάρισας και Καρδίτσας, ενώ ο νομός Τρικάλων διαθέτει τις μεγαλύτερες δασικές εκτάσεις. Ειδικότερα, οι γεωργικές εκτάσεις της Περιφέρειας περιλαμβάνουν αρόσιμη γη (57%), ενώ ένα ποσοστό 20% των γεωργικών εκτάσεων είναι βοσκοτόπια. Τα αμιγή δάση αποτελούν το 36% του συνόλου των δασικών εκτάσεων, ενώ το 60% είναι συνδυασμοί θαμνώδους και ποώδους βλάστησης. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας διαθέτει υδάτινες επιφάνειες συνολικής έκτασης 81,7 km², εκ των οποίων το 98% είναι χερσαία ύδατα.

Οι τεχνητές περιοχές αποτελούνται κυρίως από την αστική δόμηση (σε ποσοστό 91%), ενώ οι βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες καλύπτουν το 5% των τεχνητών επιφανειών της Περιφέρειας (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009). Τέλος, η Θεσσαλία διαθέτει αξιόλογο ορυκτό πλούτο, όπως χρωμίτη, θειούχα μεταλλεύματα, αμίαντο, ιλμενίτη, καθώς και κοιτάσματα λιγνίτη.

3.1.3 - Τομείς ανάπτυξης

Η Θεσσαλία παρουσιάζει αυξημένο πρωτογενή τομέα και πολύ μικρότερους δευτερογενή και τριτογενή. Σημαντικές δραστηριότητες αποτελούν η διαχείριση των υδάτων και του δασικού πλούτου και ο τουρισμός, που συγκεντρώνει μεγάλο αριθμό επισκεπτών.

Η γεωγραφική θέση της Θεσσαλίας στο κέντρο της χώρας δίνει πρόσβαση στο οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο Βορρά-Νότου και την Εγνατία Οδό. Η πεδινή χάραξη δικτύου σιδηροδρόμου παραμένει για τη Θεσσαλία μεγάλη πρόκληση (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

Πρωτογενής τομέας

Η γεωργία αποτελεί το σημαντικότερο τομέα για την οικονομία της Περιφέρειας Θεσσαλίας, αλλά και για κάθε Νομό ξεχωριστά, καθώς συνεισφέρει κατά 66% στο εισόδημα της Περιφέρειας. Η θεσσαλική πεδιάδα είναι η μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας και παρέχει πρώτες ύλες για τους άλλους τομείς παραγωγής. Τα τελευταία χρόνια η αγροτική παραγωγή αυξήθηκε σημαντικά, κυρίως σε σιτάρι και βαμβάκι. Ακόμα, νέα είδη έχουν αρχίσει να καλλιεργούνται στην περιοχή. Ταυτόχρονα αυξήθηκε και η ζωική παραγωγή με αύξηση του ζωικού κεφαλαίου των χοίρων και των βοοειδών, αλλά υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης, ιδίως στον τομέα των αιγοπροβάτων, ενώ και η δασοπονία και η αλιεία μπορούν να αναπτυχθούν σημαντικά στο μέλλον.

Δευτερογενής τομέας

Οι περισσότερες επιχειρήσεις βρίσκονται στους νομούς Λάρισας και Βόλου. Μικρότερες κυρίως οικογενειακές επιχειρήσεις βρίσκονται διάσπαρτες σε όλη τη Θεσσαλία και κυρίως κοντά στις μεγάλες πόλεις και στους οδικούς άξονες. Ωστόσο, τα

τελευταία χρόνια παρατηρείται σημαντική μείωση της δραστηριότητας σε όλους τους νομούς με κλείσιμο αρκετών επιχειρήσεων και πολλές χαμένες θέσεις εργασίας.

Τριτογενής τομέας

Ο τομέας αυτός μπορεί να αναπτυχθεί περισσότερο. Το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας και τα τμήματα των Τεχνολογικών Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων, που βρίσκονται και στους τέσσερις νομούς της Περιφέρειας, επιτελούν σημαντικό ερευνητικό έργο. Παράλληλα, υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνητικών κέντρων.

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας παράγει το 4,7% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος και είναι μόλις 11η στην κατάταξη των Περιφερειών της χώρας για το κατά κεφαλή προϊόν, υπολειπόμενη σημαντικά του εθνικού μέσου όρου (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009)

Συγκρίνοντας το επίπεδο ανάπτυξης της Περιφέρειας με τους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης και τον εθνικό μέσο όρο, φαίνεται ότι οι νομοί Λάρισας και Μαγνησίας βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα από αυτούς, αλλά λίγο ψηλότερα από τον εθνικό μέσο, ενώ οι νομοί Τρικάλων και Καρδίτσας βρίσκονται σε χαμηλότερες θέσεις. Σε σχέση με τις ευρωπαϊκές περιφέρειες, η Θεσσαλία υστερεί σημαντικά, καθώς δεν έχει αναπτύξει ιδιαίτερες σχέσεις με γειτονικές χώρες εντός ή εκτός της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Πολύζος & Σοφίος, 2008).

Οι νομοί Τρικάλων και Καρδίτσας, που παρουσιάζουν δημογραφικά προβλήματα και χαμηλό επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης, συμμετέχουν κύρια στην παραγωγή του πρωτογενούς τομέα. Οι νομοί Λάρισας και Μαγνησίας συμμετέχουν λιγότερο στον πρωτογενή τομέα, καθώς παρουσιάζουν ανάπτυξη του δευτερογενούς τομέα (Πολύζος & Σοφίος, 2008).

Η Θεσσαλία ως Περιφέρεια εξελίχθηκε μέσω της ανάπτυξης των τεσσάρων αστικών κέντρων (ή πόλων), της Λάρισας, του Βόλου, των Τρικάλων και της Καρδίτσας. Η Λάρισα και η Μαγνησία αναπτύχθηκαν περισσότερο σε σχέση με την Καρδίτσα και τα Τρίκαλα. Η Λάρισα ως πρωτεύουσα της Περιφέρειας συγκεντρώνει τις Δημόσιες Υπηρεσίες δημιουργώντας θέσεις εργασίας και ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων. Δημιουργήθηκαν κοινωνικές υποδομές – νοσοκομεία, κέντρα υγείας, σχολεία, ανώτερα και ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα, βρεφονηπιακοί σταθμοί, κλπ - και κατασκευάστηκαν πολλά τεχνικά έργα – εγγειοβελτωτικά, βιολογικοί καθαρισμοί, ΧΥΤΑ, οδικά δίκτυα κλπ (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

3.1.4 - Τουρισμός - Φυσικό περιβάλλον

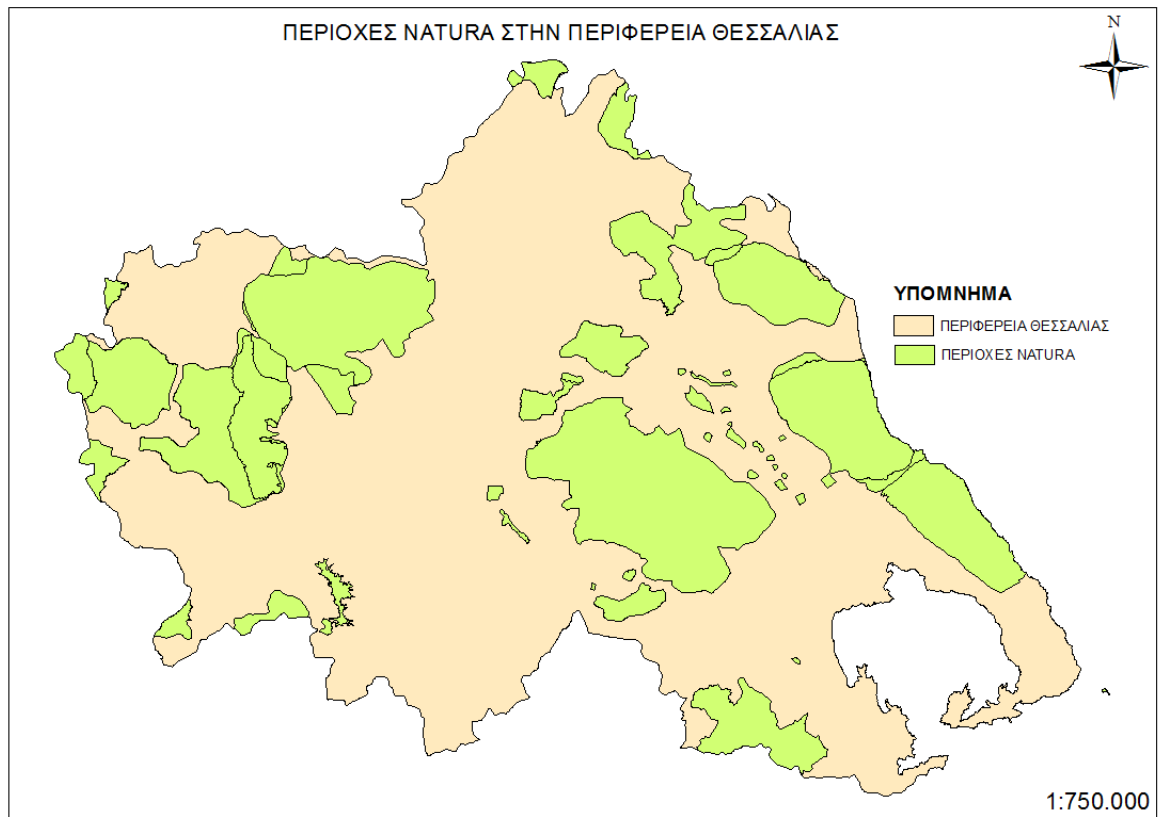
Η Περιφέρεια Θεσσαλίας παρουσιάζει ανάπτυξη στον τουρισμό σε όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς διαθέτει μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς, τοπία φυσικού κάλλους και πλούσια οικοσυστήματα. Ο επισκέπτης μπορεί να θαυμάσει παραδοσιακούς οικισμούς και αρχαιολογικούς χώρους, την περιοχή του Πηλίου, τις Σποράδες και το Θαλάσσιο Πάρκο, τον Όλυμπο, την Κοιλάδα των Τεμπών, τα Αμπελάκια και τα παράλια του νομού Λάρισας, την περιοχή των Μετεώρων στην Καλαμπάκα και τη λίμνη Πλαστήρα στο νομό Καρδίτσας.

Στη Θεσσαλία υπάρχουν δώδεκα περιοχές Natura 2000 (Χατζηνικολάου, 2007).

Νομός	Περιοχή	Κωδικός Natura	Καθεστώς προστασίας
Όλοι	Δυτική & Ανατολική Θεσσαλία	-	Ευπρόσβλητη περιοχή σύμφωνα με την Οδηγία 91/676
Τρικάλων	Όρος Κόζιακας	GR1440002	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Τρικάλων	Πηνειός-Αντιχάσια Όρη	GR1440005	Ζώνη ειδικής προστασίας
Τρικάλων	Αντιχάσια όρη-Μετεώρα	GR1440003	Τόπος κοινοτικής σημασίας-Τοπίο ιδιαίτερου φυσικού κάλλους-Διατηρητέο Μνημείο της Φύσης-Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO
Καρδίτσας	Άγραφα	GR1410002	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Καρδίτσας	Περιοχή Λίμνης Ταυρωπού	GR1410001	Τόπος κοινοτικής σημασίας-Ζώνη οικιστικού Ελέγχου
Λάρισας	Όρος Όλυμπος	GR1250001	Ζώνη ειδικής προστασίας
Λάρισας	Κάτω Όλυμπος-Καλλιπεύκη	GR1420001	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Όρος Τίταρος	GR1250003	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Αισθητικό δάσος Όσσας	GR1420003	Τόπος κοινοτικής σημασίας-Αισθητικό δάσος-Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου
Λάρισας	Κοιλάδα Τεμπών	GR1420005	Ζώνη ειδικής προστασίας-Αισθητικό δάσος-Τοπίο Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους
Λάρισας	Στενά Καλαμακίου	GR1440004	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Κάρλα-Μαυροβούνι-Κεφαλόβρυσο Βεκεστίνου	GR1420004	Τόπος κοινοτικής σημασίας
Λάρισας	Δέλτα Πηνειού	-	Επιστημονικός Κατάλογος NATURA 2000-CORINE Biotopes

Πίνακας 3.2: Περιοχές NATURA στη Θεσσαλία.

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι περιοχές NATURA της Περιφέρειας Θεσσαλίας.



Χάρτης 3.3: Περιοχές NATURA στη Θεσσαλία (ιδία επεξεργασία).

Τα τελευταία χρόνια τα παράλια του νομού Λάρισας και κυρίως η περιοχή του Αγιοκάμπου και η περιοχή των εκβολών του Πηνειού ποταμού, παρουσιάζουν σημαντική οικιστική και τουριστική ανάπτυξη. Ωστόσο, οι περιοχές αυτές στερούνται υποδομών, όπως δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, μονάδων βιολογικών καθαρισμών, χώρων διάθεσης απορριμμάτων και άλλα.

3.1.5 - Γεωμορφολογία

Η θεσσαλική πεδιάδα παρουσιάζει απλή γεωμορφολογική εικόνα. Πρόκειται για μια πεδινή περιοχή, που περιβάλλεται από ψηλά βουνά: βορειοδυτικά από τα Αντιχάσια όρη και τμήμα των Χασίων, βόρεια από τα Καμβούνια όρη, βορειοανατολικά από τμήματα του Όλυμπου και το όρος Τίταρος και από τις οροσειρές της Πίνδου στα δυτικά, Όθρυος στα νότια και Πηλίου – Όσσας στα ανατολικά. Το υψόμετρο

κυμαίνεται από 0 έως 2.800 m (όπου συγκεντρώνονται σημαντικές ποσότητες χιονιού), μέσο υψόμετρο είναι τα 589 m και η κλίση 6,92%. Η ορεινή Θεσσαλία καλύπτει έκταση 9.550 km², δηλαδή περίπου το 66% της συνολικής έκτασης της Θεσσαλίας, ενώ η πεδινή Θεσσαλία έχει έκταση 4.520 km². Η ακτογραμμή είναι σχετικά ομαλή.

Το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής της Θεσσαλίας είναι πυκνό και πολύπλοκο, κυρίως λόγω της ύπαρξης του Πηνειού ποταμού, ο οποίος αποστραγγίζει σχεδόν όλη την περιοχή, είναι ο μεγαλύτερος ποταμός και έχει μήκος 205 km. Διασχίζει κατά μήκος το νομό Τρικάλων και Λάρισας, σχηματίζοντας έντονους μαιανδρισμούς με γενική διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ, η οποία γίνεται Δ-Α μεταξύ Τρικάλων και Αγναντερού. Στα νοτιοανατολικά της θεσσαλικής πεδιάδας βρίσκεται η λεκάνη της Κάρλας.

Η Θεσσαλία χωρίζεται σε δύο επιμέρους λεκάνες, την ανατολική και τη δυτική, οι οποίες διαχωρίζονται από μια ημιορεινή – λοφώδη έκταση νεογενών αποθέσεων, που περιλαμβάνει τα όρη Τίτανος, Φηλλήιο και Χαλκοδόνιο σε διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ, ενώ το υψόμετρο φτάνει τα 730 m. Η δυτική λεκάνη αποστραγγίζεται από τον Πηνειό ποταμό, ενώ η ανατολική λεκάνη αποτελεί κλειστή λεκάνη, που δεν επικοινωνεί με τη θάλασσα.

Οι δύο λεκάνες πληρώθηκαν υπό διαφορετικές συνθήκες και εμφανίζουν εναλλαγές θαλάσσιων και λιμναίων αποθέσεων. Η δυτική λεκάνη είναι η αρχαιότερη από τις δύο, καθώς σχηματίστηκε κατά το Τριτογενές. Εμφανίζει πολλά ρήγματα και πτυχώσεις, ενώ καλύπτεται από μεγάλο πάχος προσχωματικών αποθέσεων. Η ανατολική λεκάνη περιλαμβάνει ένα πλειοκαινικό βύθισμα νότια της Λάρισας και μια λεκάνη ανατολικότερα, τη λεκάνη της Κάρλας (Υπουργείο Γεωργίας, 1974).

3.1.6 - Γεωλογία

Η λεκάνη της Θεσσαλίας αποτελεί ένα Μεταλπικό τεκτονικό βύθισμα, που δημιουργήθηκε με την επίδραση των Νεοτεκτονικών δυνάμεων. Από το Πλειόκαινο μέχρι σήμερα πληρώνεται με ποικίλα κλαστικά ιζήματα, τα οποία αποτίθενται σε διάφορους παλαιογεωγραφικούς χώρους.

Η Θεσσαλία καλύπτεται από Μεταλπικούς και Αλπικούς σχηματισμούς. Οι αλπικοί γεωλογικοί σχηματισμοί, που εμφανίζονται στη θεσσαλική πεδιάδα από τα δυτικά προς τα ανατολικά, είναι οι παρακάτω (Υπουργείο Γεωργίας, 1974):

- *Ζώνη της Πίνδου στα δυτικά της πεδιάδας:* Λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθοι σε εναλλαγές με σχιστοκερατόλιθους και φλύσχη.
- *Υποπελαγονική ζώνη στη δυτική Θεσσαλία:* Οφιόλιθοι, υπερβασικά πετρώματα, σχιστοκερατόλιθοι και φλύσχης.
- *Πελαγονική ζώνη στα ανατολικά της πεδιάδας:* Αποτελείται από τα παλαιότερα, μεταμορφωμένα πετρώματα (μάρμαρα, γνεύσιοι, σχιστόλιθοι, αμφιβολίτες), που εμφανίζονται στην περιφέρεια της θεσσαλικής πεδιάδας.
- *Ενότητα Όσσας στο ομώνυμο βουνό και τον Όλυμπο:* Πρόκειται για τεκτονικό παράθυρο και αποτελείται από φυλλίτες, μάρμαρα και δολομίτες.

Στη δυτική Θεσσαλία μεταξύ Τρικάλων και Καλαμπάκας και κατά θέσεις εμφανίζονται τριτογενείς σχηματισμούς της μεσοελληνικής αύλακας με μολασσικά ιζήματα, κυρίως κροκαλοπαγή. Οι πεδινές εκτάσεις και οι λόφοι μεταξύ δυτικής και ανατολικής πεδιάδας καλύπτονται από τεταρτογενή και νεογενή ιζήματα.

3.1.7 - Υδρογεωλογία

Με βάση τους γεωλογικούς σχηματισμούς, που καλύπτουν τη Θεσσαλία, διακρίνονται οι παρακάτω υδρολιθολογικοί σχηματισμοί, όπου αναπτύσσεται η υπόγεια υδροφορία (ΕΘΙΑΓΕ):

- Καρστικοί σχηματισμοί.

Περιλαμβάνουν τους ασβεστόλιθους και τα μάρμαρα, που έχουν συντελεστή περατότητας 45-65%. Η έντονη καρστικοποίηση των ανθρακικών πετρωμάτων της περιοχής σε συνδυασμό με την παρουσία χαλαρών σχηματισμών στην επιφάνεια και αδιαπέρατων σχηματισμών στο βάθος στη θεσσαλική πεδιάδα ευνοούν την παρουσία και κίνηση υδάτινων μαζών επιφανειακά και υπόγεια.

- Προσχωματικοί σχηματισμοί.

Περιλαμβάνουν τις αλλουβιακές αποθέσεις, τους πλευρικούς κώνους κορημάτων, που σχηματίστηκαν στα όρια των πεδινών περιοχών και στην έξοδο των ποταμών στην πεδινή περιοχή. Η κύρια υδροφορία της θεσσαλικής πεδιάδας αναπτύσσεται επί των σχηματισμών αυτών, όπου βρίσκονται και οι περισσότερες γεωτρήσεις για την εκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων.

- Τριτογενή κροκαλοπαγή – ψαμμίτες.

Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτουν τη μεσο – θεσσαλική λοφώδη σειρά διαχωρίζοντάς τη σε ανατολική και δυτική και έχουν περιορισμένο υπόγειο υδατικό δυναμικό.

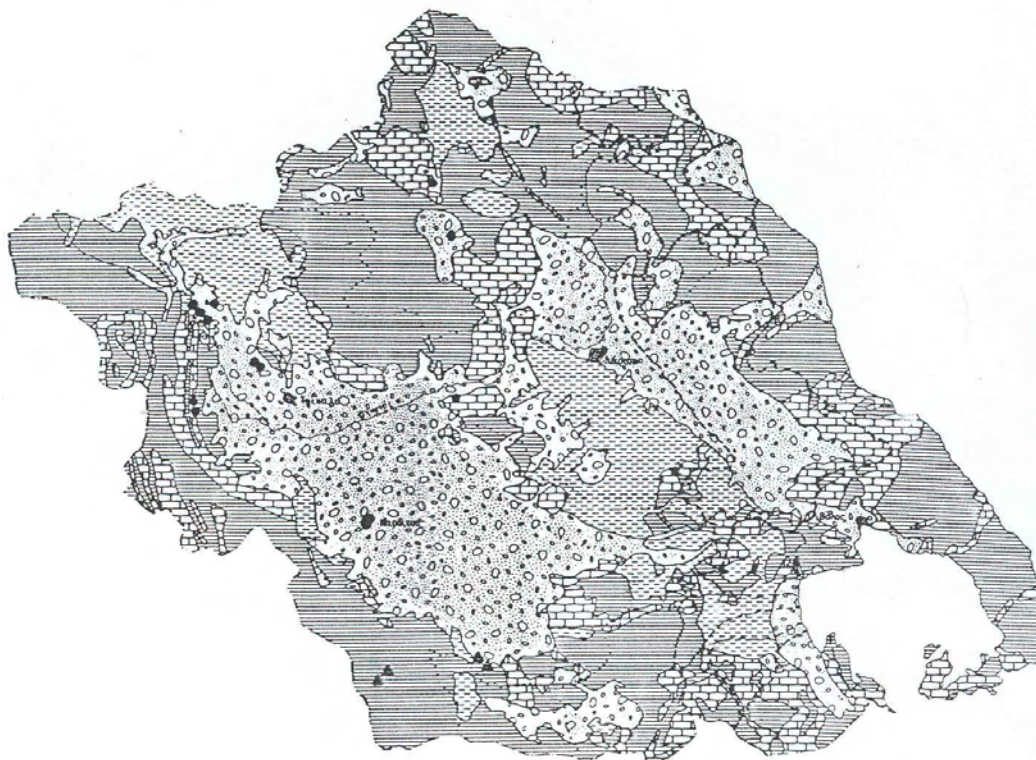
Οι ποταμοί και οι χείμαρροι, που ρέουν στη Θεσσαλία, επικοινωνούν αμφίδρομα με το υπόγειο υδροφόρο σύστημα ανάλογα με την περιοχή και την εποχή. Η κύρια πηγή τροφοδοσίας του συστήματος είναι οι καρστικοί σχηματισμοί, οι οποίοι επικοινωνούν υδραυλικά με τις αλλουβιακές αποθέσεις, ενώ η τροφοδοσία από τους ψαμμίτες και τα κροκαλοπαγή είναι μικρότερη.

Η τροφοδοσία στη δυτική Θεσσαλία είναι σχετικά ομοιόμορφα κατανεμημένη και αναπτύσσονται πλούσιες υδροφορίες εξαιτίας της τροφοδοσίας των υπόγειων υδροφορέων από τη διήθηση επιφανειακού νερού από τους ποταμούς, που εκβάλλουν σε αυτή μέσω των κώνων των αδρομερών προσχώσεων, που έχουν σχηματιστεί. Αντίθετα, στην ανατολική πεδιάδα η τροφοδοσία συντελείται κυρίως στο βόρειο τμήμα της στο καρστικό τμήμα Δαμασίου – Τυρνάβου λόγω των προσχωσιγενών αποθέσεων (αδρομερή υδροπερατά υλικά), που έχουν αποθεθεί εκεί, δημιουργώντας κώνο αποθέσεων. Η άνιση αυτή κατανομή της τροφοδοσίας στο τμήμα αυτό της πεδιάδας έχει σαν αποτέλεσμα ιδιαίτερα χαμηλές στάθμες στις γεωτρήσεις στα νότια αυτής (Στεφανοβίκειο, Ριζόμυλος κλπ.). Στη δυτική Θεσσαλία αναπτύσσονται υπό πίεση υδροφόροι ορίζοντες, ενώ στην ανατολική Θεσσαλία αναπτύσσονται δύο τύποι υδροφορίας, ένας ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας στον κώνο, ο οποίος στα ανατολικά μεταπίπτει σε υπό πίεση (Μαρίνος κα., 1996).

Ακολουθεί ο υδρολιθολογικός χάρτης του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας (που τα όριά του σχεδόν ταυτίζονται με αυτά της Περιφέρειας Θεσσαλίας), όπου φαίνονται οι σχηματισμοί, που καλύπτουν την περιοχή.

Ενδεικτικός - Υδρολιθολογικός χάρτης
υδατικού διαμερίσματος Θεσσαλίας

0 10 20 30 40 50 km



Υπόμνημα



Πορώδη - διαρρηγμένα πετρώματα Τεταρτογενούς, Νεογενούς εντός των οποίων δημιουργούνται εκτεταμένα ή ασυνεχή υδροφόρα συστήματα πολλές φορές υπό πίεση μεγάλης συνολικά δυναμικότητας με καλές έως μέτριες κατά περιοχές υδροληπτικές δυνατότητες, ανάλογα με τις γεωμετρικές τους διαστάσεις και τη συμμετοχή λεπτομερών στοιχείων



Διαρρηγμένα - καρστικοποιημένα πετρώματα, εντός των οποίων δημιουργούνται καρστικά υδροφόρα συστήματα μεγάλης και μικρής δυναμικότητας



Διαρρηγμένα πετρώματα (οφιόλιθοι, σχιστογενέσεις, φλύσχης κ.λ.π.) ημιπερατά μέχρι πρακτικά υδατοστεγή, χωρίς αξιόλογη υδροφορία, με εξαίρεση επί μέρους υδροφορίες στις υδραυλικά ενεργές ζώνες ρωγματώσεων και λοιπών ασυνεχειών.



Κυριώτερες πηγές



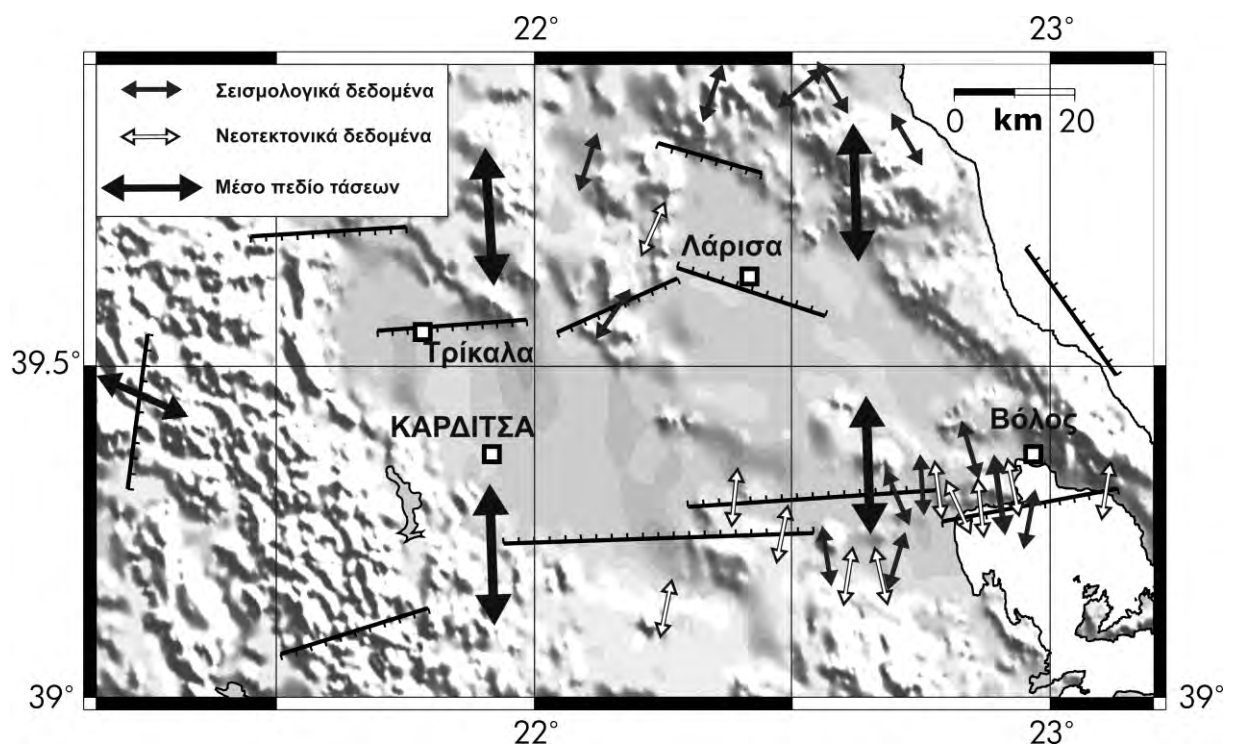
• θερμικές πηγές

Χάρτης 3.4: Υδρολιθολογικός χάρτης του υδατικού διαμερίσματος της
Θεσσαλίας.

3.1.8 - Τεκτονική

Κατά το Μέσο Πλειστόκαινο έδρασαν στην περιοχή της Θεσσαλίας εφελκυστικές δυνάμεις με διεύθυνση περίπου βορρά - νότου, οι οποίες τείνουν να επεκτείνουν το φλοιό της Θεσσαλίας κατά τη διεύθυνση αυτή και που δημιούργησαν κανονικά ρήγματα διεύθυνσης ανατολή - δύση. Το αποτέλεσμα των κινήσεων αυτών ήταν η ταπείνωση του θεσσαλικού κάμπου και η δημιουργία δύο λεκανών, που διαχωρίζονται από τη μεσαία λοφοσειρά (Παναγιωτόπουλος & Παπαζάχος, 2008).

Στο σχήμα, που ακολουθεί, φαίνονται τα τέσσερα μεγάλα διπλά βέλη, που αντιστοιχούν στις μέσες διευθύνσεις (B-N) των εφελκυστικών τάσεων, που ασκούνται στην περιοχή. Επιπλέον, φαίνονται τα σημαντικότερα (έντεκα) ενεργά ρήγματα της περιοχής που έδωσαν ισχυρούς σεισμούς ($M \geq 6.0$) κατά τους ιστορικούς χρόνους και καθορίστηκαν με σεισμολογικές και γεωλογικές παρατηρήσεις. Όπως φαίνεται στο σχήμα, τα ρήγματα αναπτύσσονται κυρίως στη βόρεια Θεσσαλία κατά μήκος του Πηνειού ποταμού και στα νότια τμήματα της Θεσσαλίας, όπου είναι και μεγαλύτερα (Παναγιωτόπουλος & Παπαζάχος, 2008).

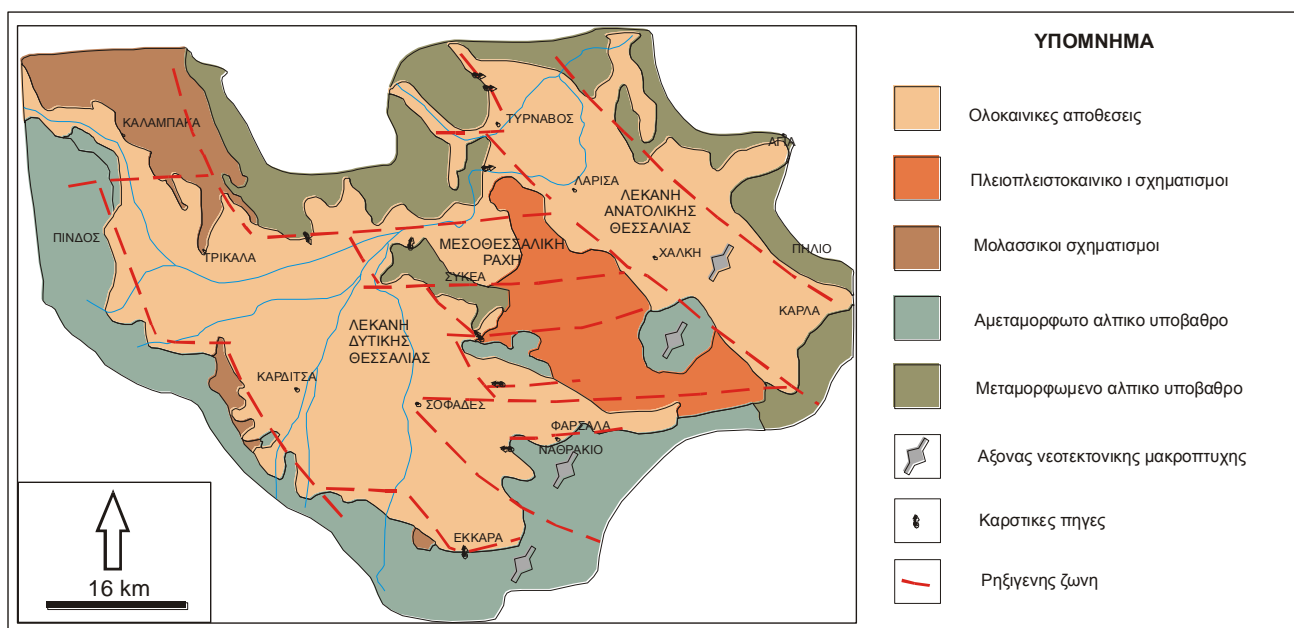


Χάρτης 3.5: Οι εφελκυστικές τάσεις (διπλά βέλη), που επεκτείνουν το φλοιό της Θεσσαλίας κατά τη διεύθυνση βορρά-νότου και προκαλούν ρήγματα με διεύθυνση ανατολής-δύσης (Παναγιωτόπουλος & Παπαζάχος, 2008).

Ακολουθεί χάρτης, όπου φαίνονται οι δομές της Θεσσαλίας. Μπορούν να διακριθούν οι ακόλουθες μακροδομές από ανατολικά προς τα δυτικά:

- Η λεκάνη της Αν. Θεσσαλίας
- Η Μεσοθεσσαλική Ράχη
- Η λεκάνη της Δυτ. Θεσσαλίας

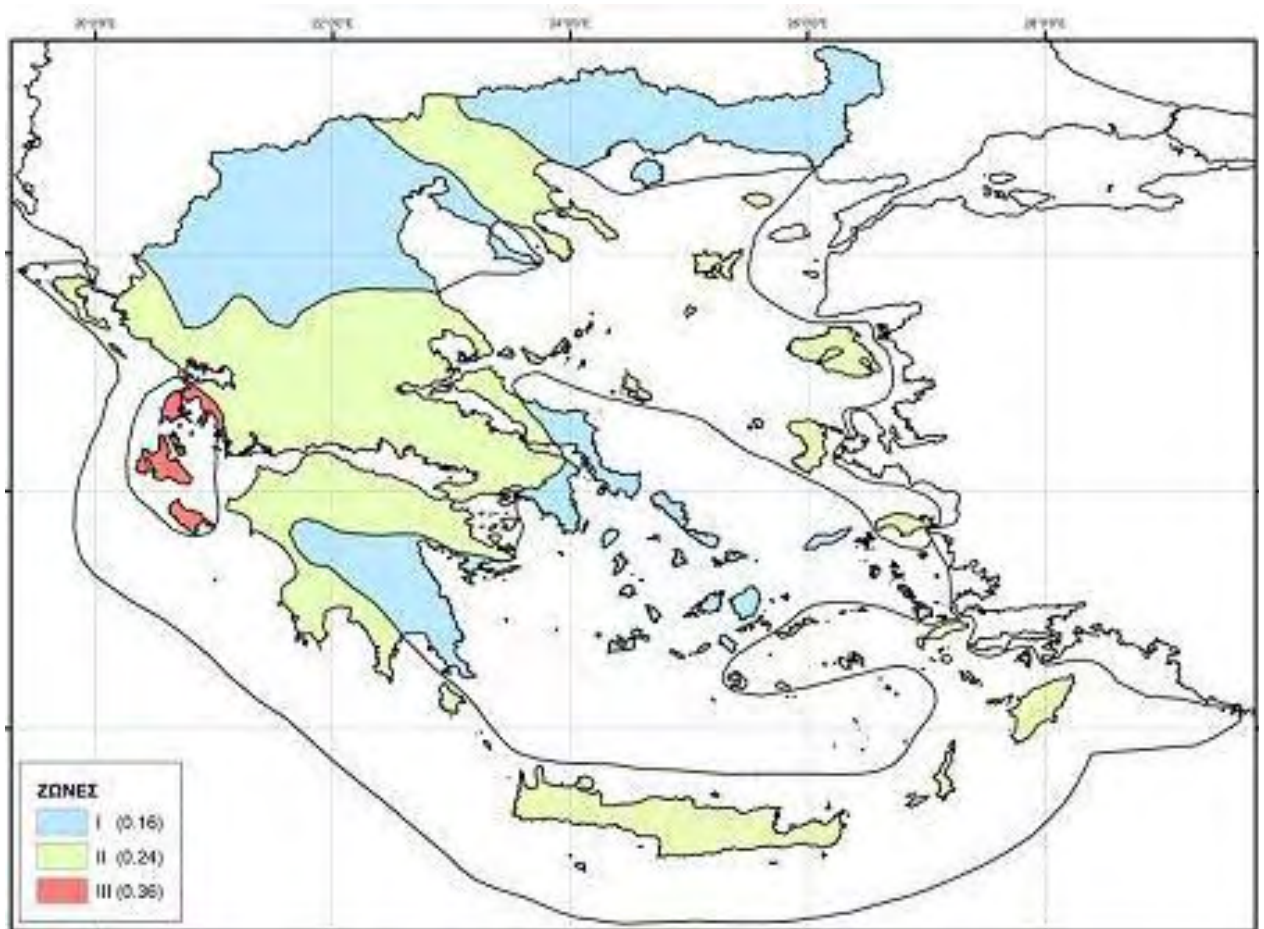
Οι δομές αυτές οριοθετούνται με ρηξιγενείς ζώνες διεύθυνσης ΒΔ – ΝΑ και Α – Δ.



Χάρτης 3.6: Οι δομές της Θεσσαλίας (ιδία επεξεργασία).

3.1.9 - Σεισμικότητα

Η Θεσσαλία δεν παρουσιάζει έντονη σεισμικότητα, αν και περιτριγυρίζεται από περιοχές, όπου εκδηλώνονται συχνοί και μεγάλοι σεισμοί. Σύμφωνα με το Νέο Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας, που περιέχεται στον Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ, 2000), οι οικισμοί της περιοχής της Θεσσαλίας ανήκουν στις ζώνες Ι και ΙΙ, όπου η Σεισμική επιτάχυνση εδάφους είναι 0,16 και 0,24 για κάθε ζώνη αντίστοιχα ($A = a \cdot g$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας).



Χάρτης 3.7: Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας (ΕΑΚ, 2000).

Ωστόσο, ισχυροί σεισμοί εκδηλώθηκαν κατά καιρούς σε διάφορες θέσεις της, προκαλώντας προβλήματα. Ο μεγαλύτερος ($M=7.0$) γνωστός σεισμός σε όλη τη Θεσσαλία είναι ο σεισμός των Σοφάδων στις 30 Απριλίου 1954, όπου πολλές περιοχές του νομού Καρδίτσας, αλλά και των γειτονικών νομών της, υπέστησαν σοβαρές ζημιές, ενώ σκοτώθηκαν 25 άνθρωποι (Παπαζαχός & Παπαζαχού, 1989).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερο από 6 βαθμούς της κλίμακας Richter, οι οποίοι έλαβαν χώρα στην περιοχή της Θεσσαλίας (Παπαζαχός & Παπαζαχού, 1989).

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΕΙΣΜΙΚΟ ΕΠΙΚΕΝΤΡΟ		ΜΕΓΕΘΟΣ (RICHTER)	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ
	φ (ο)	λ (ο)		
510	39,4	22,3	7	ΦΑΡΣΑΛΑ
24 ΦΕΒ.1621	39,4	22	6,2	ΜΕΤΕΩΡΑ
31 ΜΑΡ. 1661	39,4	22,1	6,1	ΜΕΤΕΩΡΑ
ΑΥΓ. 1668	39,6	22,4	6,2	ΛΑΡΙΣΑ
1731	39,6	22,5	6	ΛΑΡΙΣΑ
9 ΝΟΕ. 1766	39,7	22,2	6,3	ΕΛΑΣΣΟΝΑ
28 ΑΥΓ. 1781	39,6	22,5	6,3	ΛΑΡΙΣΑ
1 ΜΑΡ. 1941	39,6	22,5	6,3	ΛΑΡΙΣΑ
30 ΑΠΡ. 1954	39,3	22,2	7	ΚΑΡΔΙΤΣΑ (ΣΟΦΑΔΕΣ)

Πίνακας 3.3: Ισχυροί Ιστορικοί Σεισμοί στη Θεσσαλία
(Παπαζάχος & Παπαζάχου, 1989).

3.1.10 – Κλίμα

Το κλίμα της Θεσσαλίας είναι μεσογειακό με χαρακτηριστικά ηπειρωτικού κλίματος λόγω του φυσικού αποκλεισμού της από τη θάλασσα. Μπορεί να χωριστεί σε τρεις περιοχές (ΕΜΠ, 2008):

- Τη δυτική ορεινή με ορεινό κλίμα.
- Την κεντρική πεδινή με ηπειρωτικό κλίμα.
- Την ανατολική παράκτια και ορεινή με μεσογειακό κλίμα.

Το δυτικό τμήμα της πεδιάδας δέχεται μεγάλο αριθμό ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, τα οποία μειώνονται προς τα ανατολικά. Κατά τους χειμερινούς μήνες οι βροχοπτώσεις εκδηλώνονται μέσω ήπιων επεισοδίων, ενώ κατά τους θερινούς μήνες, όπου παρατηρείται έλλειψη νερού σε όλη την πεδιάδα, εκδηλώνονται έντονα και βίαια επεισόδια μικρής διάρκειας, αλλά μεγάλης έντασης. Οι χιονοπτώσεις εμφανίζονται συχνά στα ορεινά, ενώ χαλαζοπτώσεις παρατηρούνται σε διάφορες περιόδους. Παγετοί εμφανίζονται από το Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο.

Η μέση θερμοκρασία κυμαίνεται από 15,4 έως 15,8 °C με τη μέση μέγιστη να φτάνει στους 33,2 °C τον Ιούλιο και την μέση ελάχιστη τους -0,4 °C τον Ιανουάριο. Οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος, ενώ οι θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος.

Η μέση ετήσια σχετική υγρασία του αέρα κυμαίνεται από 62 έως 68%, με τις μικρότερες τιμές να παρατηρούνται κατά τον Ιούνιο και τον Ιούλιο, ενώ οι μεγαλύτερες τιμές εμφανίζονται κατά το Δεκέμβριο και τον Ιανουάριο.

Η μέση ένταση των ανέμων είναι μικρή και κυμαίνεται από 0 έως 1 m/sec. Από τα μέσα Ιουλίου μέχρι το Σεπτέμβριο πνέουν οι «ετήσιοι» άνεμοι με μέγιστη ένταση το απόγευμα και σταδιακή εξασθένησή τους μέχρι το βράδυ. Ο «λίβας» είναι ξηρός και θερμός τοπικός άνεμος, που πνέει το Μάιο και τον Ιούνιο, καταστρέφοντας κυρίως τα σιτηρά.

3.2 – Υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας έχει έκταση 13.162 km², μέσο υψόμετρο 285 m και ταυτίζεται γεωγραφικά με το γεωγραφικό διαμέρισμα. Τμήματά του στα νότια και τα νοτιοδυτικά υπάγονται στα γειτονικά Υδατικά Διαμερίσματα, ενώ τμήματα των νομών Γρεβενών, Πιερίας, Ευρυτανίας και Φθιώτιδας ανήκουν στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας. Περιλαμβάνει τη λεκάνη της Δυτικής Θεσσαλίας (έκταση 2.400 m) και τη λεκάνη της Ανατολικής Θεσσαλίας (έκταση 1.100 m), οι οποίες διαχωρίζονται μεταξύ τους από την ενδιάμεση λοφοσειρά. Η μέση ετήσια κατακρήμνιση στη Θεσσαλία υπολογίζεται ίση με 686,8 mm για την περίοδο 1980-81 έως 2000-01 με τη μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων να παρατηρείται στα περιφερειακά δυτικά ορεινά.

Το Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας περιλαμβάνει τις λεκάνες απορροής Πηνειού (GR16) και Αλμυρού – Πηλίου (GR17). Η κύρια υδρολογική λεκάνη του Υδατικού Διαμερίσματος είναι αυτή του Πηνειού και των παραποτάμων του με έκταση περίπου 9.500 km². Στο Υδατικό Διαμέρισμα της Θεσσαλίας βρίσκεται και η κλειστή λεκάνη της Κάρλας (ή Αλμυρού – Πηλίου), το σύστημα της οποίας βρίσκεται υπό διαμόρφωση με ένα σύστημα τάφρων αμφίδρομης ροής προς και από τον Πηνειό για αντιπλημμυρική προστασία των πεδινών καλλιεργημένων εκτάσεων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2009). Εκτός της Κάρλας, δεν υπάρχουν άλλες λίμνες στο υδατικό διαμέρισμα.

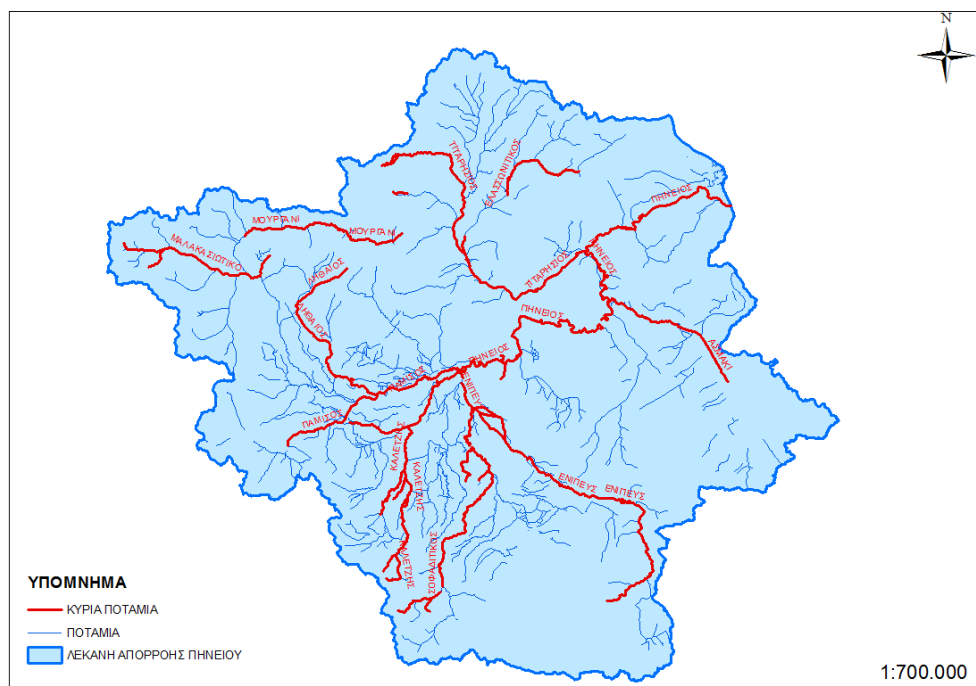
Οι κύριοι υδατικοί πόροι του διαμερίσματος είναι ο Πηνειός, ο Ταυρωπός και οι υπόγειοι υδροφορείς, οι οποίοι όμως δεν καλύπτουν τις αυξημένες υδατικές ανάγκες και υπάρχει σοβαρό πρόβλημα επάρκειας. Το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας

καταναλώνει περίπου $1.634 \text{ hm}^3/\text{έτος}$, από τα οποία τα $1.568,7 \text{ hm}^3$ (96%) χρησιμοποιούνται για άρδευση, τα $53,7 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ (3,3%) για ύδρευση και τα $11,8 \text{ hm}^3/\text{έτος}$ (0,7%) για την κτηνοτροφία. Η βιομηχανία καταναλώνει πολύ μικρές ποσότητες (<http://www.minenv.gr/pinios/page5.html>).

3.3 – Λεκάνη απορροής Πηνειού ποταμού

Η λεκάνη του Πηνειού είναι η κύρια υδρολογική λεκάνη της Θεσσαλίας και καταλαμβάνει το 82% της έκτασης του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας. Κυριότεροι παραπόταμοι του Πηνειού είναι προς τα νότια ο Ενιπέας, ο Φαρσαλιώτης, ο Σοφαδίτης (στον οποίο κατασκευάστηκε το φράγμα Σμοκόβου) και ο Καλέντζης (που δέχεται τα νερά από την εκτροπή του ποταμού Ταυρωπού μέσω του ταμιευτήρα Πλαστήρα), προς τα δυτικά το ρέμα Μαλακασιώτικο, ο Πορταϊκός και ο Πάμισος (Πλιούρης) και προς τα βόρεια ο Ληθαίος, που διασχίζει την πόλη των Τρικάλων, ο Νεοχωρίτης και ο Τιταρήσιος, οι οποίοι δημιουργούν έντεκα υπολεκάνες διαφορετικής δυναμικότητας και έκτασης.

Στον παρακάτω χάρτη φαίνεται το υδρογραφικό δίκτυο της περιοχής μελέτης με τον Πηνειό ποταμό και τους παραποτάμους του.



Χάρτης 3.7: Ο Πηνειός και οι παραπόταμοί του (ιδία επεξεργασία).

Λόγω του μεγάλου μεγέθους της είναι δύσκολο να υπολογιστούν κάποια μεγέθη, που να χαρακτηρίζουν τη λεκάνη σε όλα της τα σημεία. Μέσα στη λεκάνη υπάρχουν περιοχές με πολύ διαφορετικά γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, άρα από σημείο σε σημείο μέσα στην ευρύτερη λεκάνη η προσφορά νερού θα διαφέρει αρκετά.

Συνολικά η λεκάνη απορροής του Πηνειού διαθέτει υδατικό δυναμικό της τάξης των 3.140 hm³, το οποίο περιλαμβάνει 2.558 hm³ επιφανειακών υδάτων και 590 hm³ υπόγειων, τα οποία βρίσκονται στους καρστικούς και προσχωματικούς υδροφορείς της πεδιάδας (<http://www.minenv.gr/pinios/page5.html>).

3.4 – Πηνειός ποταμός

Ο Πηνειός ή *Σαλαβριάς* είναι ένας από τους σημαντικότερους ποταμούς της χώρας. Η παρουσία του παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας. Στην ελληνική μυθολογία ο Πηνειός ήταν ο θεός του ομώνυμου ποταμού, γιος του Ωκεανού και της Τηθύος, αδελφός των Ωκεανίδων. Από την Κρέουσα (πηγή), την κόρη του Ουρανού και της Γης, απέκτησε ένα γιό (παραπόταμο), τον Υψέα, βασιλέα των Λαπιθών, (που υδροδοτούσε την περιοχή των Λαπιθών), και μία κόρη (πηγή εκ των υδάτων του), την Στίλβη, μητέρα του Λαπίθου και του Κενταύρου. Σύμφωνα με άλλο μύθο ήταν πατέρας της νύμφης Δάφνης, την οποία κυνήγησε ο θεός Απόλλωνας και όταν την έφθασε αυτή μεταμορφώθηκε στο ομώνυμο φυτό (<http://el.wikipedia.org/wiki>).

Σύμφωνα με άλλο μύθο, ο Απόλλωνας πάντρεψε την Πίνδο, που τη συμπαθούσε πολύ και στην οποία κατοικούσαν οι αγαπημένες του Μούσες και Νύμφες με τον ξακουστό Λίκνο (το βουνό Χάσια). Από την ένωση του ζευγαριού προέκυψαν όμορφες κοιλάδες και τοπία στη Δυτική Θεσσαλία. Οι θεοί του Ολύμπου ζήλεψαν και απαίτησαν το χωρισμό του ζευγαριού. Η Πίνδος και ο Λίκνος έχυσαν πολλά δάκρυα για να τους αφήσουν ενωμένους, από τα οποία δημιουργήθηκε ο Πηνειός, που πηγάζει από το σημείο του χωρισμού των δυο βουνών (<http://www.larissa-dimos.gr/new/>).

Ο Πηνειός είναι ο τρίτος σε μήκος ποταμός της χώρας. Διασχίζει τους νομούς Τρικάλων και Λάρισας σε διεύθυνση σχεδόν δύση - ανατολή και μαζί με τους παραποτάμους του αποτελεί το μοναδικό υδάτινο αποδέκτη της Θεσσαλίας, που αποστραγγίζει όλη την περιοχή. Ο ποταμός πήρε τη σημερινή του μορφή πριν από

500.000 χρόνια μετά την απομάκρυνση των υδάτων της μεγάλης θεσσαλικής λίμνης μέσω ενός ρήγματος, που δημιουργήθηκε, στην κοιλάδα των Τεμπών.

Ο Πηνειός σχηματίζεται από τη συμβολή του Καστανιώτικου ποταμού, που πηγάζει από την Κατάρα, του Μαλακασιώτικου ποταμού, που πηγάζει από το βουνό Λάκμος και του ρέματος Μουργκάνι, που πηγάζει από τα Αντιχάσια. Με την είσοδό του στη θεσσαλική πεδιάδα δέχεται τα νερά του Ληθαίου και του Νεοχωρίτη από τα Χάσια. Στα νότια δέχεται τα νερά από ρέματα της Πίνδου και της Όρθρυος, του Πορταϊκού από τα νοτιοδυτικά των Τρικάλων, του Παμισου από το Μουζάκι, του Καλέντζη από την Καρδίτσα, καθώς και νερά από την εκτροπή του Ταυρωπού μέσω της λίμνης Πλαστήρα. Ο Καλέντζης, ο Σοφαδίτικος, ο Φαρσαλιώτης από τα Φάρσαλα και ο Ενιπέας ενώνονται και όλα μαζί καταλήγουν στον Πηνειό.

Έχοντας συγκεντρώσει όλα τα νερά της δυτικής πεδιάδας, ο Πηνειός περνάει από τα στενά του Καλαμακίου και της Αμυγδαλιάς. Ανάντη της πόλης της Λάρισας χωρίζεται σε δύο κλάδους, από τους οποίους ο δεξιός μαιανδρικός μήκους 6,2 km αποτελεί την ιστορική κοίτη του, ενώ ο αριστερός ευθύγραμμος κλάδος έχει μήκος 2,3 km και κατασκευάστηκε το 1983 για την προστασία της πόλης από τις πλημμύρες (Χατζηνικολάου, 2007). Οι ανάγκες του πόσιμου νερού της Λάρισας καλύπτονταν μέχρι το 1986 αποκλειστικά από τον Πηνειό. Όμως, η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση νερού και η αύξηση της καλλιέργειας βαμβακιού στην πεδιάδα, η οποία απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, σε συνδυασμό με τη ρύπανση του ποταμού από τα φυτοφάρμακα, οδήγησε στην αναζήτηση νέων πηγών νερού. Έτσι, από το 1990, οι ανάγκες σε νερό της Λάρισας καλύπτονται 100% από υπόγεια νερά, που προέρχονταν από γεωτρήσεις.

Κοντά στο χωριό Ροδιά ο Πηνειός συμβάλλει με τον ποταμό Τιταρήσιο, που πηγάζει από το όρος Τίταρος δυτικά του Ολύμπου. Οι δύο ποταμοί συμβάλλουν άνισα στην πρόσχωση της λεκάνης κατά το Τεταρτογενές. Ο Πηνειός έχοντας διασχίσει μεγάλη απόσταση αποθέτει λίγα λεπτόκοκκα υλικά, κυρίως ιλύ και άμμο, γιατί έχει αποθέσει μεγάλο μέρος χονδρόκοκκων υλικών στη δυτική πεδιάδα. Ο Τιταρήσιος προέρχεται από τον Όλυμπο και, καθώς στην πορεία του δε συναντά επίπεδη περιοχή για να αποθέσει υλικά, τα αποθέτει στη λεκάνη του Τυρνάβου (<http://www.larissa-dimos.gr/larissa/city/phneios.shtm>).



Εικόνα 3.1: Ο Πηνειός στην πόλη της Λάρισας.



Εικόνα 3.2: Συμβολή των ποταμών Τιταρήσιου και Πηνειού λίγο πριν τα Τέμπη στην περιοχή της Ροδιάς.

Στη συνέχεια, περνάει από την κοιλάδα των Τεμπών με έντονους μαιανδρισμούς, ενισχύεται από τα νερά των πηγών στην Αγία Παρασκευή, που έχουν υψηλή παροχή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και τελικά καταλήγει στο Αιγαίο κοντά στην κωμόπολη Στόμιο, όπου σχηματίζει δέλτα, το οποίο αποτελεί ένα πλούσιο οικοσύστημα..

Νότια ο Πηνειός στο παρελθόν επικοινωνούσε με τη λίμνη Κάρλα. Με την κατασκευή του αναχώματος στην κοίτη του ποταμού, η Κάρλα απομονώθηκε και δημιουργήθηκε άλλη υδρολογική λεκάνη, ενώ η λίμνη το 1962 αποξηράνθηκε.

Ο Πηνειός στο παρελθόν ήταν ένας σημαντικός υδροβιότοπος, όπου ζούσαν ζώα, πουλιά και άφθονα ψάρια. Πλέον το ποτάμι δεν έχει άφθονο νερό και τους καλοκαιρινούς μήνες η παροχή του μειώνεται δραματικά με συνέπεια την μείωση του αριθμού ή ακόμα και εξαφάνιση πολλών ειδών.

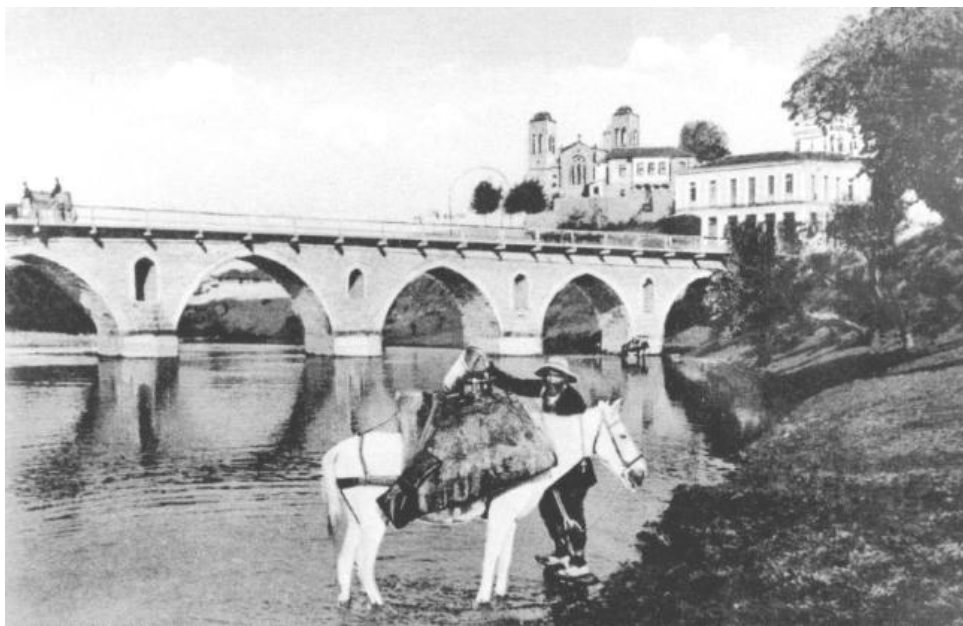
Οι αρχαιολόγοι ανακάλυψαν στις όχθες του Πηνειού παλαιολιθικά εργαλεία και απολιθωμένα οστά ζώων (άγρια βοοειδή, ιπποπόταμος, ρινόκερος, ελέφαντας – μαμούθ, κ.ά.). Τα αντικείμενα αυτά χρονολογούνται στα 70.000 – 30.000 χρόνια π.Χ. Υπάρχουν όμως και ευρήματα, τα οποία ανάγονται στην πρώιμη παλαιολιθική εποχή, 400.000 – 200.000 χρόνια πριν από σήμερα, αποδεικνύοντας την ύπαρξη ζωής εκατέρωθεν του ποταμού. Από τα νεολιθικά χρόνια 7.000 – 4.000 π.Χ. βρέθηκαν οικισμοί σε διάφορα σημεία των οχθών του ποταμού. Κατά τους ιστορικούς χρόνους κοντά στο ποτάμι αναπτύχθηκαν οι πόλεις Άργισσα, Ατραγας, Οιχαλία, Φάλασσα, Λάρισα, Ομόλιο και άλλοι. Υπάρχουν αναφορές για την περιοχή επίσης κατά τα χρόνια της Ρωμαϊκής κυριαρχίας, της βυζαντινής περιόδου και του Μεσαίωνα (<http://www.pineiosngo.org/>).

Πολλές δραστηριότητες και επαγγέλματα αναπτύχθηκαν κοντά στην περιοχή του ποταμού. Στις όχθες του στήθηκαν μύλοι (μύλος Ιατρίδη, μύλος Παπά) και εργαστήρια βυρσοδεψών – ταμπάκηδων (συνοικία Ταμπάκικα) στην πόλη της Λάρισας. Πολλοί Θεσσαλοί ασχολήθηκαν με το ψάρεμα ή με την καλαθοπλεκτική, χρησιμοποιώντας τα καλάμια και τις λυγαριές του ποταμού. Οι σακκάδες ή σακατζήδες γέμιζαν τα ασκιά τους με νερό από το ποτάμι και το μοίραζαν στα Λαρισινά σπίτια (νεροκουβαλητές). Το ψάρεμα στον Πηνειό ήταν ένα καλό και αποδοτικό επάγγελμα. Σήμερα όλες αυτές οι δραστηριότητες έχουν εκλείψει και ταυτόχρονα έχει μειωθεί ο αριθμός των ψαράδων εξαιτίας της δραματικής μείωσης του αριθμού των ψαριών. Ωστόσο, πριν κατασκευαστούν τα μεγάλα αντιπλημμυρικά έργα ο Πηνειός ξεχείλιζε καταστρέφοντας τις καλλιέργειες και τα σπίτια των Θεσσαλών.

Ακολουθούν εικόνες από την καθημερινή ζωή των Θεσσαλών δίπλα στον Πηνειό (Αϊβαλιώτου, 2010).



Εικόνα 3.3: Βαρέλια πόσιμου νερού, 1930



Εικόνα 3.4: Σακατζής (νερουλάς), 1931



Εικόνα 3.5: Πέρασμα με βάρκες, 1945



Εικόνα 3.6: Ψαράς στον Πηνειό

3.5 Υδατικά έργα στη Θεσσαλία

Για την αξιοποίηση των επιφανειακών υδατικών πόρων έχουν κατασκευαστεί οι ταμιευτήρες Πλαστήρα και Σμοκόβου. Από το φράγμα Πλαστήρα εκτρέπονται τα νερά

του Ταυρωπού (παραπόταμου του Αχελώου) από το Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας προς το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας για άρδευση, ύδρευση αλλά και παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα έργα Σμοκόβου, που περιλαμβάνουν το φράγμα στον ποταμό Σοφαδίτη (παραπόταμος του Πηνειού) και τη σήραγγα εκτροπής Λεονταρίου, κατασκευάστηκαν για την άρδευση εκτάσεων στους Νομούς Καρδίτσας, Φθιώτιδας και Λάρισας, την ύδρευση οικισμών και την παραγωγή ενέργειας (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2012).

3.5 – Λίμνη Κάρλα

Σημαντικό υδατικό έργο στη Θεσσαλία αποτελεί επίσης η επανασύσταση της λίμνης Κάρλας. Η έκταση της λεκάνης της λίμνης είναι περίπου 1.050 km², ενώ αρχικά είχε έκταση έως 195 km² και μέσο βάθος τα 6 m. Ο Πηνειός τροφοδοτεί τη λίμνη, η οποία θα έχει έκταση περίπου 38 km², ενώ όταν τεθούν σε πλήρη λειτουργία τα πέντε αντλιοστάσια του Πηνειού μέρος των αποθεμάτων θα διατίθενται για άρδευση, συμβάλλοντας στην ετήσια ανανέωση των υδάτων της λίμνης (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2012).

Η λίμνη Κάρλα ήταν το υπόλοιπο μιας μεγαλύτερης βαθείας λίμνης στην ανατολική Θεσσαλία, που δημιουργήθηκε κατά το Πλειόκαινο και άδειασε μέσω της κοιλάδας των Τεμπών προς το Αιγαίο Πέλαγος, εκτός από το χαμηλό τμήμα της Κάρλας (,Θάνος, 1996). Η έκτασή της ήταν 45.000 στρέμματα, όμως είχε φτάσει και τα 180.000 στρέμματα. Στην περιοχή γύρω από τη λίμνη βρέθηκαν αρχαιολογικά ευρήματα από τη νεολιθική εποχή (Λασπίδου, 2012).

Ήδη από το 1881 με την απελευθέρωση της Θεσσαλίας ξεκίνησαν προσπάθειες για τη δημιουργία αντιπλημμυρικής προστασίας και εγγειοβελτιωτικών έργων στην πεδιάδα Λάρισας – Κάρλας. Μελέτη του 1913 προέβλεπε την κατασκευή αναχωμάτων εγκιβωτισμού του Πηνειού, τη διάνοιξη σήραγγας για την αποξήρανση της λίμνης Κάρλας και τη δημιουργία στην αποξηραμένη λίμνη ταμιευτήρα για την προστασία από τις πλημμύρες και τη συγκέντρωση των υδάτων για άρδευση. Η κατασκευή της σήραγγας ολοκληρώθηκε το 1960 και η λίμνη εκκενώθηκε πλήρως το 1962. Ωστόσο, τα μελετημένα έργα για την Κάρλα τελικά δεν κατασκευάστηκαν. Πολιτικοί λόγοι για την παροχή κλήρων για εκμετάλλευση και για εξοικονόμηση δαπανών για την κατασκευή των έργων συνέβαλαν στην αποξήρανση της λίμνης. Οι περισσότεροι κάτοικοι της περιοχής έλπιζαν στην απόκτηση κλήρων και την κατασκευή ενός

μεγάλου εγγειοβελτιωτικού έργου αντιπλημμυρικής προστασίας. Οι ψαράδες φυσικά αντιδρούσαν στην αποξήρανση («Θεσσαλία», 2003).

Ωστόσο, δεν είχε γίνει μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων και τα προβλήματα, που προέκυψαν, ήταν πολλά. Άλλαξε το μικροκλίμα της περιοχής, παρατηρήθηκε πτώση της στάθμης στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα λόγω έλλειψης υδάτινων πόρων και υφαλμύρωση αυτού, καθώς και ρήγματα στο έδαφος. Ο αγροτικός πληθυσμός μειώθηκε, ενώ παρατηρήθηκαν πολλές αλλαγές στην πανίδα της περιοχής με εξαφάνιση πολλών ειδών ζώων και ψαριών (Λασπίδου, 2012).

Σήμερα γίνεται η ανασύσταση της λίμνης. Η έκτασή της καλύπτεται κυρίως από αργίλους σε εναλλαγές με άμμους ή αμμοχάλικες, ενώ τα γύρω βουνά καλύπτονται από ασβεστόλιθους. Η υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων στην περιοχή της Κάρλας οφείλεται στην ανεπαρκή τροφοδοσία, που προκαλεί μεγάλη πτώση στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα. Η κατακόρυφη διήθηση του επιφανειακού νερού έχει περιοριστεί εξαιτίας της μείωσης των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων και της παροχής των πηγών και των υδατορευμάτων τα τελευταία χρόνια. Ταυτόχρονα εκδηλώνεται υφαλμύρωση στη ΝΑ περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλίας με αποτέλεσμα την αχρήστευση των υπόγειων υδάτων της περιοχής και φαινόμενα έλλειψης υδατικών πόρων, που σταδιακά μπορεί να οδηγήσει σε ερήμωση της περιοχής. Η κατάσταση αυτή των υπογείων υδάτων στη ΝΑ περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλίας έχει δημιουργήσει πολλά προβλήματα και ολόκληρη η περιοχή κινδυνεύει από οικολογική καταστροφή (Θάνος, 1996).

Τα έργα επαναδημιουργίας της Λίμνης Κάρλας, εκτός από την περιβαλλοντική αποκατάσταση, προστασία και ανάδειξη της περιοχής, αποσκοπούν στην αντιπλημμυρική προστασία της ευρύτερης περιοχής και στην αποκατάσταση των υποβαθμισμένων σήμερα, συνθηκών του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα των παρακάρλιων περιοχών με την ταυτόχρονη εξασφάλιση επιφανειακών και υπόγειων νερών για άρδευση, καθώς και των υπόγειων νερών για ύδρευση του Βόλου (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2012).

Πρόσφατη μελέτη της κ. Λασπίδου (2012) έδειξε ότι ο υγρότοπος κατακρατεί περίπου το 93% του αζώτου, που εισέρχεται ετήσια, από το οποίο το 6,67% χάνεται εξαιτίας της απονιτροποίησης, όπου το άζωτο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα σαν αέριο. Το μεγαλύτερο ποσοστό του αζώτου, που εισέρχεται, (90,77%) αποθηκεύεται στα ιζήματα εξαιτίας της ιζηματοποίησης των νεκρών μακροφύτων. Συνεπώς, τα ιζήματα της υπό σύσταση λίμνης είναι εξαιρετικά πλούσια σε άζωτο, το οποίο όμως μπορεί να

δημιουργήσει διάφορα προβλήματα στους έμβιους οργανισμούς της λίμνης (Laspidou et al., 2006, 2009).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΙΑ

4.1 - Εισαγωγή

Ο Πηνειός είναι ο κύριος υδάτινος όγκος της Θεσσαλίας, καθώς αρδεύει όλες τις καλλιέργειες της θεσσαλικής πεδιάδας και παράλληλα υδροδοτεί οικισμούς της Θεσσαλίας. Στη Θεσσαλία το νερό παίζει σημαντικό ρόλο για την ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής, κυρίως στη γεωργία και την κτηνοτροφία.

Ο Πηνειός τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σε άσχημη κατάσταση, καθώς παρατηρείται υπερεκμετάλλευση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων και ταυτόχρονα δέχεται σημαντικά ρυπαντικά φορτία από τη γεωργική, κτηνοτροφική, αστική και βιομηχανική δραστηριότητα όλης της θεσσαλικής πεδιάδας. Τα εγγειοβελτιωτικά έργα, που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή και να αναπτυχθεί οικονομικά η περιοχή, δε έφεραν τα επιθυμητά αποτελέσματα, αφού δεν έγινε σωστή διαχείριση των υδατικών πόρων. Η μορφή του ποταμού έχει αλλοιωθεί λόγω του εγκιβωτισμού της κοίτης του, της κατασκευής αρδευτικών δικτύων, των προσωρινών φραγμάτων και των υπεραντλήσεων (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

Η πεδιάδα της Θεσσαλίας είναι η μεγαλύτερη στην Ελλάδα και η σημασία είναι πολύ μεγάλη, ενώ ο Πηνειός ποταμός παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της περιοχής. Για τους λόγους αυτούς, με τα νερά της Θεσσαλίας ασχολούνται διάφοροι οργανισμοί και πραγματοποιούν μελέτες, όπως οι Υπηρεσίες Εγγείων Βελτιώσεων, το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, το Γενικό Χημείο του Κράτους, Εκπαιδευτικά Ιδρύματα, η Τοπική Αυτοδιοίκηση, καθώς και ιδιωτικά εργαστήρια. Το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (ΕΘΙΑΓΕ / ΙΧΤΕΛ) ασχολείται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας μέσω ερευνητικών προγραμμάτων, που σχετίζονται με τη μελέτη της ποιοτικής και ποσοτικής κατάστασης των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων, την κατανάλωση νερού στις καλλιέργειες και τις νέες μεθόδους άρδευσης, την επαναχρησιμοποίηση των υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση και άλλα.

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά προβλήματα και πιέσεις, που δέχεται η Θεσσαλία, είναι (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2012):

- Υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδάτων
- Απολήψεις νερού από ποτάμια και λίμνες
- Ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων

4.2 – Προβλήματα ποσότητας των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία

4.2.1 – Γενικά

Η Θεσσαλία αποτελεί το υδατικό διαμέρισμα με τις μεγαλύτερες ανάγκες σε νερό στην άρδευση και την κτηνοτροφία (Μιγκίρος, 2012). Καταναλώνει το 18,5% του συνολικού νερού της χώρας, από το οποίο το 95,8% καταναλώνεται από τη γεωργία. Οι αρδευτικές ανάγκες της Θεσσαλίας καλύπτονται κατά 60% από τα υπόγεια ύδατα και κατά 40% από τα επιφανειακά νερά κυρίως του Πηνειού ποταμού και από καρστικές πηγές (Μάτι Τυρνάβου) (ΕΘΙΑΓΕ, 2001).

Στη Θεσσαλία το πρόβλημα στα υδατικά αποθέματα της περιοχής πρωτοεμφανίστηκε πριν περίπου είκοσι χρόνια κυρίως εξαιτίας της ανάπτυξης της γεωργίας με τη βοήθεια μηχανικών μέσων, του πλήθους των επιδοτήσεων για υδροβόρες καλλιέργειες (πχ βαμβάκι), καθώς και των μειωμένων κατακρημνισμάτων την 20ετία 1982-2001 έως και 30%. Στις αρχές της δεκαετίας του '70 άρχισε η κατασκευή των κρατικών γεωτρήσεων, στην αρχή, και στη συνέχεια των ιδιωτικών. Εκτιμάται ότι σήμερα στους τέσσερις νομούς της Θεσσαλίας και σε τμήμα του Νομού Φθιώτιδος που ανήκει στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας αναπτύσσονται περί τις 30.000-33.000 γεωτρήσεις, από τις οποίες οι 1.700 περίπου είναι κρατικές (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2012).

Η Θεσσαλία εμφανίζει χωρο - χρονικό πρόβλημα κατανομής των πόρων, αφού κατά τους χειμερινούς μήνες, όπου οι απαιτήσεις είναι μικρές, οι υδατικοί πόροι είναι αρκετοί, σε αντίθεση με τους θερινούς μήνες, όταν οι απαιτήσεις είναι αυξημένες, οι πόροι όμως ελάχιστοι. Κατά τους θερινούς μήνες είναι συχνό φαινόμενο να ελαττώνεται στο ελάχιστο η παροχή του Πηνειού και των πηγών με σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η ελάχιστη παροχή του ποταμού μπορεί να φτάσει τα 1–3 m³/δευτ. κατά τους θερινούς μήνες, με την ελάχιστη προβλεπόμενη οικολογική παροχή των 5 m³/δευτ. να ικανοποιείται σπάνια, ενώ το χειμώνα η πλημμυρική παροχή μπορεί να φτάσει τα 1.120 m³/δευτ. Οι συνεχείς αρδεύσεις για την κάλυψη των αρδευτικών

αναγκών των καλλιεργειών των νομών Τρικάλων, Καρδίτσας και Λάρισας έχουν σοβαρές επιπτώσεις στα επιφανειακά και υπόγεια νερά.

4.2.2 – Επιφανειακά νερά

Τα επιφανειακά νερά του θεσσαλικού χώρου υφίστανται έντονη εκμετάλλευση. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αλλαγές στις καλλιεργείες της θεσσαλικής πεδιάδας, καθώς μειώθηκαν οι μη αρδεύσιμες εκτάσεις και καλλιεργούνται πλέον με σιτάρι ή κριθάρι, ενώ αυξήθηκαν οι καλλιεργείες βαμβακιού και καλαμποκιού, που είναι εξαιρετικά υδροβόρες. Η προσφορά επιφανειακών υδάτων δε μπορεί να καλύψει τις υψηλές αρδευτικές ανάγκες, με αποτέλεσμα την υπερεκμετάλλευση του υπόγειου υδατικού δυναμικού από τις εκατοντάδες γεωτρήσεων, παράνομες και νόμιμες, που λειτουργούν σε όλη την πεδιάδα, προκαλώντας πτώση του υδροφόρου ορίζοντα, και υποβάθμιση. Οι γεωτρήσεις πρέπει να φτάσουν σε μεγάλα βάθη και είναι οικονομικά ασύμφορες (Πολύζος & Σοφίος, 2008).

Σύμφωνα με το ΣΜΠΕ Θεσσαλίας (2012), πολλά επιφανειακά Υδατικά Συστήματα βρίσκονται σε καθεστώς υπερβολικής εκμετάλλευσης. Με βάση τα αποτελέσματα μετρήσεων, από τα 72 ποτάμια υδάτινα σώματα, τα 26 βρίσκονται σε υψηλή ένταση απόληψης και τα 10 σε μέτρια ένταση απόληψης. Αυτό αντιστοιχεί σε ποσοστό επί του συνολικού μήκους των ποτάμιων υδάτων ίσο με 54%. Επίσης, από τα 3 λιμναία Υδατικά Συστήματα, το ένα (τεχνητή λίμνη Σμόκοβου) βρίσκεται σε καθεστώς υψηλής έντασης απόληψης. Επομένως, περισσότερα από τα μισά επιφανειακά εσωτερικά Υδατικά Συστήματα εμφανίζουν ποσοτικό πρόβλημα στη διαθεσιμότητα νερού. Η συντριπτική πλειοψηφία των σωμάτων αυτών εντοπίζεται στη δυτική πεδιάδα της Θεσσαλίας. Συνεπώς, απολήψεις υπόγειων νερών ή έργα ταμείωσης επιφανειακών απορροών στην Δυτική Υδρογεωλογική ενότητα επηρεάζουν αρνητικά τα αποθέματα νερού της Ανατολικής Υδρογεωλογικής ενότητας στην πεδινή ζώνη τόσο των υδροφόρων των κοκκωδών σχηματισμών όσο και των επιφανειακών απορροών.

Κύριο πρόβλημα στη Θεσσαλία αποτελεί η διαχείριση των υδατικών πόρων, καθώς δεν υπάρχουν σημαντικά έργα αξιοποίησης των επιφανειακών υδατικών πόρων. Η αξιοποίηση των επιφανειακών υδατικών πόρων γίνεται ταυτόχρονα τις περισσότερες φορές, τόσο από κρατικούς φορείς, όσο και από ιδιώτες χωρίς άδεια. Έτσι παρατηρείται το φαινόμενο να κατασκευάζονται και να σχεδιάζονται έργα για την ίδια χρήση από διαφορετικούς φορείς χωρίς προηγούμενη συνεννόηση, αφού δεν υπάρχει συντονιστικό

όργανο. Όλες οι σχετικές μελέτες για τη Θεσσαλία όταν μιλάνε για νέα έργα, εννοούν μικρούς ταμειωτήρες, που μπορούν να αποθηκεύσουν μικρές ποσότητες νερού, παρότι η αντίστοιχη λεκάνη απορροής μπορεί να έχει πολύ μεγαλύτερη μέση ετήσια ολική απορροή (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

4.2.3 – Υπόγεια νερά

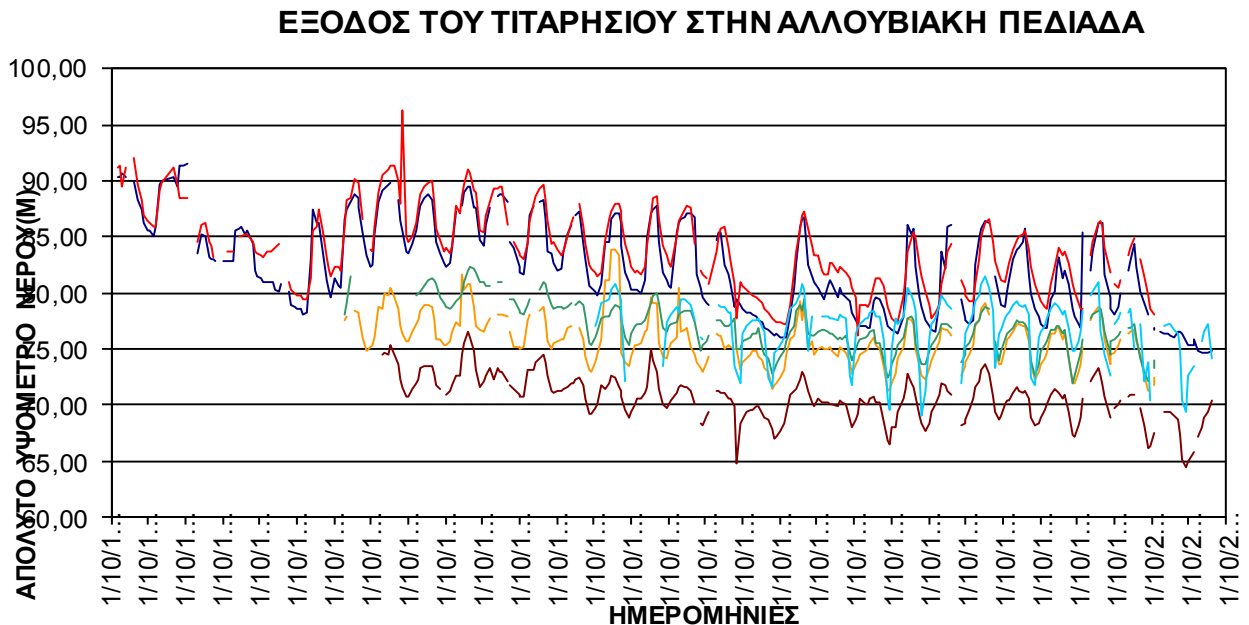
Οι γεωτρήσεις αντλούν νερό από τους υδροφόρους ορίζοντες, που αναπτύσσονται πάνω στο σχιστολιθικό υπόβαθρο. Μέχρι το 1985 δεν είχε προκύψει έλλειμμα λόγω αντλήσεων του υδάτινου δυναμικού και οι αρδεύσεις γινόταν χωρίς προβλήματα. Στη συνέχεια όμως αυξήθηκαν οι αρδευτικές ανάγκες της πεδιάδας και έκτοτε παρατηρείται σημαντική πτώση στάθμης στους υπόγειους υδροφορείς εξαιτίας της εξάντλησης των μη ανανεώσιμων υπόγειων υδατικών αποθεμάτων (Πολύζος & Σοφιάς, 2008).

Το Υδατικό Διαμέρισμα αντιμετωπίζει ποσοτικά προβλήματα, σε ένα σημαντικό αριθμό (10) δέκα κυρίων υπογείων υδατικών συστημάτων, όπου πραγματοποιούνται υπεραντλήσεις για πολλά χρόνια και έχουν προκαλέσει την σταδιακή μείωση των μόνιμων γεωλογικών αποθεμάτων της υπόγειας υδροφορίας. Σε ορισμένα περιφερειακά καρστικά συστήματα μικρής έκτασης τα υπόγεια αποθέματα έχουν ουσιαστικά φθάσει στα όρια της εξάντλησης τους.

Τα κύρια και εντονότερα προβλήματα, ως προς τις ποσότητες υπερεκμετάλλευσης, εντοπίζονται στα κοκκώδη υπόγεια υδατικά συστήματα της Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας, Λάρισας-Κάρλας, Ταουσάνης-Καλού Νερού, Μακρυχωρίου-Συκουρίου. Στο υπόγειο υδατικό σύστημα του κώνου Τιταρήσιου τα τελευταία χρόνια έχει επέλθει διατάραξη του ισοζυγίου και παρατηρείται μόνιμη διαχρονική πτώση στάθμης. Στο σύστημα αυτό τοποθετούνται και οι κύριες απολήψεις για την ύδρευση της Λάρισας. Τοπικές υπεραντλήσεις παρατηρούνται επίσης και στο κοκκώδες σύστημα της Ξυνιάδος. Οι έντονες υπεραντλήσεις συνδέονται και με τη δυσκολία επαναπλήρωσης των αντλούμενων ποσοτήτων λόγω γεωλογικών αιτιών.

Υπεραντλήσεις πραγματοποιούνται και στα μικρά καρστικά υδροφόρα συστήματα στην περίμετρο της κύριας πεδινής έκτασης. Στα καρστικά αυτά συστήματα Φυλλήιου-ορφανών, Εκκάρας-Βελεσιωτών, Ναρθακίου-Βρυσιών, εξαιτίας της ευκολίας άντλησης μεγάλων παροχών από τις γεωτρήσεις, άρχισε σταδιακή άντληση των μόνιμων αποθεμάτων με αποτέλεσμα την πλήρη στέρηση των πηγών, που εκφόρτιζαν τα συστήματα αυτά.

Στο ακόλουθο γράφημα φαίνεται η μείωση του απόλυτου υψομέτρου της στάθμης του υπόγειου νερού σε γεωτρήσεις της περιοχής του Τιταρήσιου ποταμού στο νομό Λάρισας για το διάστημα 1972-2003.



Γράφημα 4.1: Πτώση στάθμης σε γεωτρήσεις στο νομό Λάρισα
(ιδία επεξεργασία).

Σύμφωνα με στοιχεία μελετών, το σύνολο της ποσότητας του νερού που αντλήθηκε κατά την εικοσαετία 1974–1994 εκτιμάται σε 1000 hm³, εκ των οποίων τα 800 hm³ αφορούν μόνο την δεκαετία 1984–1994. Η αντίστοιχη πτώση στάθμης, σε σχέση με τα μέσα της δεκαετίας του 1970, ανέρχεται σε 15–20 m στην περιοχή Σοφάδων-Παλαμά-Ανάβρας, 15–40 m στην περιοχή των Φαρσάλων, 30–50 m στην περιοχή Χάλκης-Ζαπτείου-Κιλελέρ και 50–100 m στην περιοχή Μύλων-Ορφανού (Γκούμας, 2006).

Όλες οι μελέτες καταλήγουν ότι το μεγαλύτερο τμήμα των υδροφορέων της Θεσσαλίας, με εξαίρεση λίγες περιοχές, βρίσκεται κάτω από καθεστώς υπερεκμετάλλευσης. Το πρόβλημα αυτό της υπερεκμετάλλευσης είναι εντονότερο στην Ανατολική Θεσσαλία, όπου εκδηλώνεται συνεχής συστηματική ταπείνωση της στάθμης χωρίς περιόδους επαναφοράς. Η ένταση της εκμετάλλευσης και ο χρόνος κατά τον οποίο άρχισε η απότομη πτώση της στάθμης των υπόγειων υδροφοριών χωρίς περαιτέρω αναπλήρωση διαφέρουν τοπικά (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

Πολύ συχνά παρατηρείται μείωση ή ακόμα και ο μηδενισμός των εκμεταλλεύσιμων παροχών των εν λόγω γεωτρήσεων. Οι καλλιεργητές προκειμένου να φτάσουν τη στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα, το βάθος του οποίου συνεχώς αυξάνεται, επεκτείνουν προς το βάθος τις γεωτρήσεις, το οποίο έχει υψηλό κόστος, όπως και η ανόρυξη νέων γεωτρήσεων. Σύμφωνα με στοιχεία, την τελευταία εικοσαετία αντικαταστάθηκε ή αχρηστεύθηκε περίπου το 10% των υπαρχουσών γεωτρήσεων, δηλαδή περίπου 3.000 γεωτρήσεις με υψηλό οικονομικό κόστος (Πολύζος & Σοφίος, 2008).

Εκτιμάται ότι οι υδατικές ανάγκες της Θεσσαλίας θα αυξηθούν μελλοντικά με κύρια την υδροβόρα καλλιέργεια βάμβακος (Πολύζος & Σοφίος, 2008).

Η Περιφέρεια Θεσσαλίας το 2008 για να προστατέψει το υπόγειο δυναμικό της περιοχής, κατέληξε σε Κανονιστική Απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Θεσσαλίας με Α.Π. 3163/102253/17-12-2008 (ΦΕΚ 2716Β'/31-12-2008), όπου αναφέρονται απαγορευτικά, περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία του υδατικού δυναμικού σε ολόκληρη την Περιφέρεια Θεσσαλίας.. Με την παραπάνω Απόφαση η Περιφέρεια Θεσσαλίας απαγόρευσε:

- Την ανόρυξη νέων αγροτικών γεωτρήσεων και πηγαδιών για αρδευτική χρήση σε όλη την Περιφέρεια Θεσσαλίας, εκτός από ειδικές καλλιέργειες (θερμοκήπια, φυτώρια, κηπευτικά κ.α.), οι οποίες χρειάζονται νερό κατά τη χρονική περίοδο, που τα συλλογικά αρδευτικά δίκτυα δε λειτουργούν.
- Την ανόρυξη νέων γεωτρήσεων ή πηγαδιών για υδρευτική χρήση, όταν οι ανάγκες σε νερό μπορούν να καλυφθούν από το υπάρχον δίκτυο ύδρευσης ή μελλοντική προέκτασή του.
- Την κατανάλωση ποσότητας νερού πάνω από 200.000 m³/έτος για κάθε μεμονωμένη υδρογεώτρηση και για όλες τις χρήσεις πλην της ύδρευσης και της εμφιάλωσης νερού.
- Την κατασκευή νέου έργου υδροληψίας (ανόρυξη γεώτρησης) οποιασδήποτε χρήσης, όταν δεν τηρούνται οι προβλεπόμενες ελάχιστες αποστάσεις. Για παράδειγμα, απαιτείται ελάχιστη απόσταση 1000 μέτρων από εν ενεργεία χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και χωματερές, χώρους διάθεσης λυμάτων, χώρους εναπόθεσης αστικών υγρών αποβλήτων και χώρους στερεών και

υγρών αποβλήτων, 500 μέτρων από τον αιγιαλό, 50 μέτρων από την κοίτη ποταμών κ.α.

Η Περιφέρεια καθόρισε πρόστιμα για την παραβίαση των όρων της άδειας εκτέλεσης έργου αξιοποίησης υδατικών πόρων ή/και χρήσης νερού, όπως αλλαγή θέσης γεώτρησης, αύξηση βάθους ανόρυξης γεώτρησης, αλλαγή χρήσης νερού γεώτρησης, μεταφορά αρδευτικού νερού σε απόσταση μεγαλύτερη των 1000 μέτρων.

Επιπλέον, σε όλη την Περιφέρεια Θεσσαλίας επιτρέπεται η ανόρυξη νέων γεωτρήσεων, το νερό των οποίων προορίζεται για αγροτική χρήση (πλην άρδευσης), όπως κτηνοτροφία, αγροτοβιομηχανία, υδατοκαλλιέργεια και θερμοκηπιακές-φυτωριακές μονάδες, καθώς και για βιομηχανική χρήση, ενεργειακή χρήση, αναψυχή (πλην ύδρευσης) και γεωτρήσεις λοιπών χρήσεων (ερευνητικές, αξιοποίησης γεωθερμικής βαθμίδας, γεωτεχνικές γεωτρήσεις). Για τη χορήγηση αδειών για εκτέλεση έργων υδροληψίας – χρήσης νερού από υπόγειους υδροφορείς για τις παραπάνω χρήσεις απαιτούνται δικαιολογητικά, όπως Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων για την ανόρυξη της γεώτρησης, Τεχνική μελέτη προσδιορισμού των ετήσιων αναγκών σε νερό, Μελέτη διάθεσης λυμάτων και αποβλήτων κ.α.

Σύμφωνα με το Γκούμα (2012), στη Θεσσαλία παρατηρείται έλλειψη ενός αποτελεσματικού ενιαίου φορέα διαχείρισης των επιφανειακών νερών, έλλειψη σχεδιασμού και προσωπικού αρμόδιων υπηρεσιών, έλλειψη επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ των χρηστών νερού – φορέων – υπεύθυνων, καθώς και έλλειψη κατάλληλου δικτύου σταθμών μέτρησης για τον έλεγχο της ποιότητας και της ποσότητας των νερών.

Η έλλειψη πολιτικής βούλησης, οι αδυναμίες της Δημόσιας Διοίκησης και η μεγάλη ζήτηση αρδευτικού νερού, όξυναν το πρόβλημα και προκάλεσαν την ανόρυξη χιλιάδων παράνομων ιδιωτικών γεωτρήσεων, οι οποίες είτε δε διαθέτουν τις νόμιμες άδειες είτε παραβιάζουν σημαντικούς όρους της άδειας. Μικρός μόνο αριθμός των παράνομων γεωτρήσεων μπορεί να εντοπιστεί και να καταγραφεί, μετά από καταγγελίες πολιτών. Δυστυχώς, οι καταγγελίες αυτές εξετάζονται μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα από τους αρμόδιους φορείς, γίνεται αυτοψία και τελικά αποφασίζεται η καταστροφή της γεώτρησης. Σήμερα βέβαια η στάθμη του νερού βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, που είναι μάλλον ασύμφορη οικονομικά η ανόρυξη νέας γεώτρησης (Γκούμας, 2012).

Η πιο πρόσφατη μελέτη (2012), που αφορά στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού είναι το Πρόγραμμα “i-adaPt: Innovative approaches to halt desertification in Pinios: Piloting emerging technologies” με το οποίο ασχολείται το Εργαστήριο Υδρολογίας και Διαχείρισης Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών (ΕΘΙΑΓΕ) και ιδιώτες μελετητές (2012). Το Πρόγραμμα έχει σαν κύριο στόχο τη μελέτη δράσεων και μέτρων μέσω νέων τεχνολογιών, τα οποία θα συνεισφέρουν στην προστασία της λεκάνης απορροής του Πηνειού από την ερημοποίηση εξαιτίας της εντατικής εκμετάλλευσης των υδατικών πόρων.

Οι μελετητές αναφέρουν ότι η λεκάνη του Πηνειού είναι από τις πιο ευαίσθητες σε λειψυδρία ή/και ερημοποίηση λεκάνες απορροής στη Ευρωπαϊκή Ένωση. Εκτιμούν ότι η κατάσταση θα χειροτερέψει κυρίως λόγω της εντατικής γεωργίας. Η βασική καλλιέργεια, που είναι το βαμβάκι, απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, που προέρχονται από τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά. Οι πραγματικές απολήψεις κυρίως των υπογείων υδάτων παραμένουν άγνωστες. Η ερημοποίηση στον Πηνειό γίνεται αντιληπτή με πολύ χαμηλές ροές το καλοκαίρι, ταπείνωση σε μεγάλα βάθη του υπόγειου ορίζοντα, που απαιτεί μεγάλο κόστος για άντληση, καθώς και προβλήματα ποιότητας από νιτρικά, φυτοφάρμακα και υφαλμύρωση.

Διαπιστώθηκε ότι η θεωρητική υδατική ζήτηση είναι 1.200 hm^3 , που καλύπτεται από αντλήσεις της τάξης των 920 hm^3 , από τις οποίες όμως μόνο ένα μέρος φτάνει στις καλλιέργειες εξαιτίας απωλειών. Τα ανανεώσιμα αποθέματα φτάνουν τα 700 hm^3 . Η διαφορά καλύπτεται με υπεράντληση των υδροφορέων, που όμως υποβαθμίζει το σύστημα και αυξάνει το κόστος. Συνεπώς, δεν είναι επιθυμητή η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων.

Το Πρόγραμμα στοχεύει σε δράσεις για μείωση της ζήτησης με την εφαρμογή πρακτικών γεωργίας ακριβείας και αύξηση της παροχής μέσω επαναχρησιμοποίησης επεξεργασμένων λυμάτων και συλλογή βρόχινου νερού με εμπλοκή όλων των ενδιαφερομένων. Η γεωργία ακριβείας περιλαμβάνει μειώσεις σε νερό 20-35% και σε λίπασμα 30%. Ταυτόχρονα, σχεδιάζεται η επαφή με το κοινό για να γίνουν γνωστά τα προβλήματα του Πηνειού.

Πρόκειται για ένα αισιόδοξο πρόβλημα, που μπορεί να συνεισφέρει στην προσπάθεια προστασίας των υδατικών πόρων της Θεσσαλίας.

4.3 – Προβλήματα ρύπανσης των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία

Η ρύπανση στον Πηνειό ξεκίνησε από την εγκατάσταση των πρώτων οικισμών δίπλα στον ποταμό. Όμως από τη δεκαετία του 1960 η κατάσταση άρχισε να χειροτερεύει. Ο Πηνειός σταδιακά μεταμορφώθηκε από πηγή ζωής σε αποδέκτη όλων των αποβλήτων της θεσσαλικής πεδιάδας. Στην περιοχή αναπτύχθηκε η βιομηχανία, ενώ η αγροτική καλλιέργεια εντατικοποιήθηκε ταυτόχρονα με την αύξηση των υδατικών αναγκών. Μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων χρησιμοποιούνται, τα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα, που καταλήγουν στο ποτάμι, συνεχώς αυξάνονται, προκαλώντας την υποβάθμιση του περιβάλλοντος και συχνά το θάνατο των ψαριών του ποταμού.

Στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, 4 (Σύστημα πεδιάδας Νοτιοδυτικής Θεσσαλίας (Σύστημα Ταουσάνης – Καλού νερού, Σύστημα υδροφοριών άνω ρου Ενιπέα, Σύστημα Αλμυρού) από τα 32 υπόγεια Υδατικά Συστήματα χαρακτηρίστηκαν κρίθηκαν ότι έχουν κακή χημική κατάσταση και σε 6 υπόγεια Υδατικά Συστήματα προσδιορίστηκε τάση ρύπων (ΣΜΠΕ Θεσσαλίας, 2008).

Ο Πηνειός είναι ο κύριος υδάτινος αποδέκτης αποβλήτων στη θεσσαλική πεδιάδα, καθώς δέχεται απόβλητα από τρεις πηγές (ΤΕΕ, 1982):

1. Λιπάσματα, φυτοφάρμακα, επιφανειακά διατεθειμένα απόβλητα από τα γειτονικά χωράφια.
2. Τα βιομηχανικά απόβλητα των περιοχών Λάρισας και Τρικάλων και των κατά μήκος του Πηνειού και παραποτάμων βιομηχανιών και βιοτεχνιών.
3. Τα αστικά απόβλητα των πόλεων Λάρισας, Τρικάλων και Καρδίτσας.

Τα συνολικά φορτία συμβατικών ρύπων στη Θεσσαλία εκτιμάται ότι ανέρχονται σε 48.796 τ/έτος για το BOD₅, 63.152 τ/έτος για τα αιωρούμενα στερεά, 38.225 τ/έτος για το άζωτο και 3.454 τ/έτος για το φώσφορο. Το οργανικό φορτίο, που παράγεται, και το φορτίο των στερεών οφείλεται κυρίως στη σταβλισμένη κτηνοτροφία (60% και 56% αντίστοιχα), καθώς και στα αστικά λύματα (21% και 20% αντίστοιχα) και τα βιομηχανικά απόβλητα (19% και 24% αντίστοιχα) (Καλλιόγλου, 2010). Ο Πηνειός ποταμός παρουσιάζει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις BOD₅ και νιτρικών στην Ελλάδα (Χατζηνικολάου, 2007).

Οι δέκα διαφορετικές ζώνες πηγών ρύπανσης του Πηνειού (Μιγκίρος, 2012):

ΖΩΝΗ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ
Z.1	Καλαμπάκας	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Αστική-Κτηνοτροφική
Z.2	Σαρακήνα -Διπόταμος	ΑΓΡΟΤΙΚΗ-Κτηνοτροφική-Γεωργική Βιομηχανική-Αστική
Z.3	Τρικάλων	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ – ΑΓΡΟΤΙΚΗ (Κτηνοτροφική, Γεωργική) Αστική
Z.4	Σερβωτά – Πηνειάδα	ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ (-ΓΕΩΡΓΙΚΗ) Αστική - Βιομηχανική
Z.5	Κουτσόχερο - Τερψιθέα	ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ (-ΓΕΩΡΓΙΚΗ) Αστική - Βιομηχανική
Z.6	Λάρισα	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ-ΑΣΤΙΚΗ Αγροτική
Z.7	Φαλάνη – Βρυότοπος	ΓΕΩΡΓΙΚΗ Αστική
Z.8	Αμπελώνας - Ροδιά	ΑΓΡΟΤΙΚΗ (ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ-ΓΕΩΡΓΙΚΗ) Βιομηχανική – Αστική
Z.9	Παραπόταμος – Γόννοι (Ιτέα)	ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ Γεωργική – Βιομηχανική – Αστική
Z.10	Δέλτα Πηνειού	ΓΕΩΡΓΙΚΗ Αστική - Κτηνοτροφική

Η ρύπανση του Πηνειού και των παραποτάμων του στους νομούς Τρικάλων και Καρδίτσας από κτηνοτροφικές, γεωργικές, βιομηχανικές και αστικές πηγές δεν είναι σημαντική. Αντίθετα, η ρύπανση των υδάτων στο νομό Λάρισας από βιομηχανικά απόβλητα, κτηνοτροφικά και γεωργικά απόβλητα είναι σημαντική, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, όπου η παροχή του ποταμού είναι μικρή.

Επιπλέον, τα υπόγεια νερά δέχονται πιέσεις λόγω της διάθεσης των αστικών και βιομηχανικών υγρών αποβλήτων (βόθροι οικισμών), από τα απορρίμματα και τα ρυπαντικά φορτία από λιπάσματα και φυτοφάρμακα, που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, τα οποία μέσω της άρδευσης ή της βροχής κατεισδύουν στο έδαφος και ρυπαίνουν τελικά τον υδροφόρο ορίζοντα. Οι υδροφορείς του θεσσαλικού χώρου υπόκεινται σε ποιοτική υποβάθμιση εξαιτίας ρύπανσης των υδάτων με αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών και των αμμωνιακών, που συναντώνται στα λιπάσματα, αλλά και η υφαλμύρωσή τους.

Στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζεται ενδεικτικά το πρόβλημα της ρύπανσης του Πηνειού.



Εικόνα 4.1: Ρύπανση του Πηνειού στην περιοχή Ασμάκι Λάρισας (2007).



Εικόνα 4.2: Ρύπανση του Πηνειού στην περιοχή Ασμάκι Λάρισας (2007).

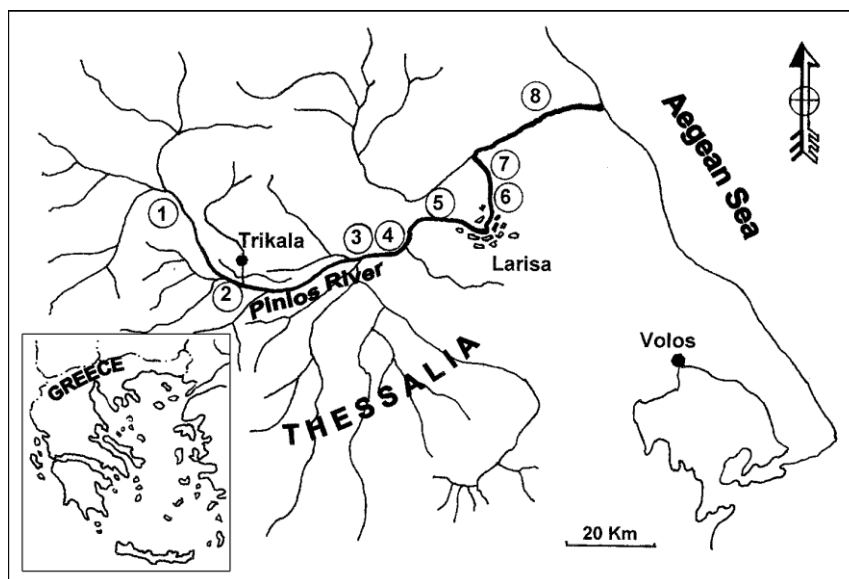
4.3.1 - Έρευνες – μελέτες για τη ρύπανση του Πηνειού

Η ρύπανση του Πηνειού και των παραποτάμων του, καθώς και οι επιπτώσεις στην ανάπτυξη της περιοχής απασχόλησε τις αρμόδιες αρχές ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του '70. Τον Οκτώβριο του 1977 εκπονήθηκε από ιδιώτες μελετητές η «Προκαταρκτική Μελέτη έργων διαθέσεως υγρών αποβλήτων θεσσαλικού πεδίου», προκειμένου να καθοριστεί το πρόβλημα μέσω δειγματοληψιών, μετρήσεων και αναλύσεων. Για το Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας έχουν πραγματοποιηθεί μετρήσεις της ποιοτικής κατάστασης των υπογείων υδάτων στα πλαίσια δύο ερευνητικών προγραμμάτων, που ανατέθηκαν από το ΥΠΕΧΩΔΕ στο Πανεπιστήμιο Αθηνών (1993–1994) - Ερευνητικό πρόγραμμα «Δημιουργία δικτύου παρακολούθησης της ποιότητας των υπογείων νερών από νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνία» - και στο Πανεπιστήμιο Πατρών (1996–1999) - «Προστασία των υπογείων νερών από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης (καθορισμός ευαίσθητων ζωνών», ενώ υπάρχουν επίσης μετρήσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ για την περίοδο 2004–2005 σε 20 σταθμούς.

Πολλοί μελετητές έχουν ασχοληθεί με τη ρύπανση του Πηνειού και των παραποτάμων του. Το Υπουργείο Γεωργίας πραγματοποίησε στη θέση Υδατόπυργος Λάρισας συστηματικές δειγματοληψίες και αναλύσεις νερού για την περίοδο 1980 – 1997. Οι αναλύσεις δείχνουν ότι η συγκέντρωση των νιτρικών βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα (12,19 mg/l) κατά το 1997, τιμή πολύ μικρότερη του ανωτάτου ορίου των 50 mg/l. Είναι όμως διπλάσια της αντίστοιχης μέσης τιμής του έτους 1980 (6,24 mg/l). Η αύξηση αυτή θα πρέπει να αποδοθεί κυρίως στη γεωργία και την εντατική της εκμετάλλευση.

Οι Fytianos et al. (2002) πραγματοποίησαν δειγματοληψίες νερού κατά μήκος του ποταμού Πηνειού σε οκτώ σημεία: Φωτάδα, δυτικά των Τρικάλων, Αγναντερό στη συμβολή του Πηνειού με τον παραπόταμο Πλιούρη, Κεραμίδι, μετά τη συμβολή με τον παραπόταμο Μέγα και μετά την εκφόρτιση του δημοτικού βιολογικού καθαρισμού της πόλης των Τρικάλων, Πηνειάδα στη συμβολή του Πηνειού με τον παραπόταμο Ενιπέα, ΔΕΥΑΛ στην πόλη της Λάρισας, απ' όπου τροφοδοτείται η πόλη της Λάρισας από το 1990, Ζάχαρη, όπου καταλήγουν τα νερά του βιολογικού και απόβλητα από τη βιομηχανική περιοχή, Κουλούρι, όπου καταλήγουν τα λύματα από το εργοστάσιο

ζαχάρεως και άλλες μικρότερες βιομηχανίες, Πυργετός μετά την έξοδο του ποταμού από τα Τέμπη (Fytianos et al., 2002).



Χάρτης 4.1: Ο Πηνειός ποταμός και τα σημεία δειγματοληψίας (Fytianos et al., 2002).

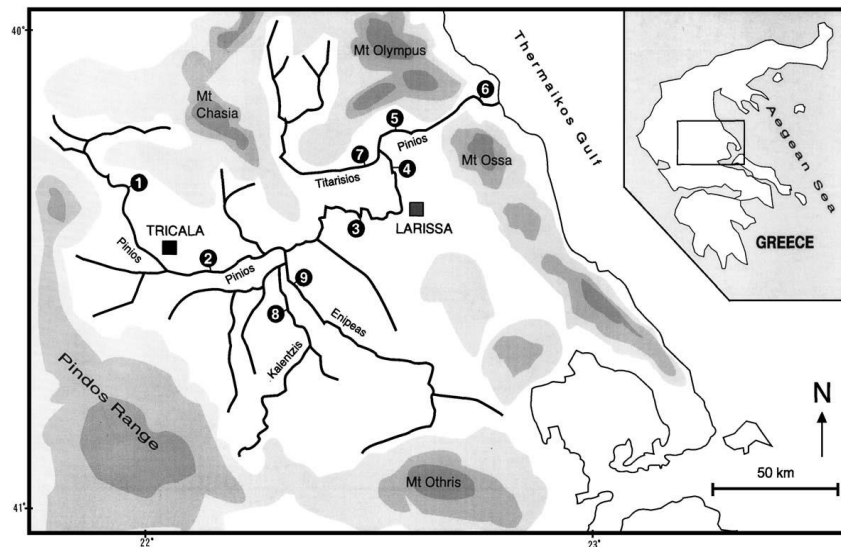
Από τις θέσεις αυτές δείγματα πάρθηκαν κάθε μήνα και για ένα χρόνο (Ιανουάριος 1999 – Δεκέμβριος 1999). Επιτόπου μετρήσεις περιλάμβαναν μετρήσεις θερμοκρασίας, pH, αγωγιμότητα, διαλυμένου οξυγόνου και θολότητας. Οι χημικές παράμετροι, που εξετάστηκαν, περιλάμβαναν προσδιορισμό ολικής σκληρότητας, Cl^- , SO_2 , N-NO_3 , N-NO_2 , NNH_4 , Οργανικό άζωτο, ολικό άζωτο, P-PO_{3-4} , TOC (Total Organic Carbon), TIC (Total Inorganic Carbon), TC (Total Carbon), COD, καθώς και προσδιορισμό των διαλυμένων Pb, Cd, Cu, Cr και Ni.

Από τις αναλύσεις, που έγιναν, προέκυψε ότι τα θειικά άλατα παρουσιάζουν σημαντική εποχική μεταβολή στα περισσότερα σημεία δειγματοληψίας με τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις να καταγράφηκαν κατά το χειμώνα. Το νιτρικό άζωτο παρουσιάζει συγκεντρώσεις, που κυμαίνονται μεταξύ 1,47-2,23 mg/l, ενώ τα φωσφορικά άλατα κυμαίνονται μεταξύ 0,30-0,50 mg/l (Fytianos et al., 2002).

Η γεωργική ρύπανση από λιπάσματα παρατηρήθηκε κυρίως κατά το χειμώνα και τους μήνες της άνοιξης και κυρίως κατά τις περιόδους έντονης βροχόπτωσης. Οι συγκεντρώσεις της αμμωνίας στον Πηνειό ήταν υψηλότερες από τις τεθείσες τιμές στα περισσότερα ποτάμια της Ελλάδας. Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και των φωσφορικών ήταν χαμηλότερες από τις τεθείσες τιμές. Οι τιμές των διαλυμένων

μετάλλων σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας ήταν γενικά χαμηλές και χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις (Fytianos et al., 2002).

Παρόμοια έρευνα έγινε και από τους Bellos et al. (2004), οι οποίοι πραγματοποίησαν μηνιαίες δειγματοληψίες σε εννέα σημεία για τρία χρόνια (1996-1998), όπως φαίνεται στο χάρτη. Περιλαμβάνονται διάφοροι τύποι βιοτόπων, γεωλογικών αποθέσεων, αστικές επιδράσεις.



Χάρτης 4.2: Χάρτης της Θεσσαλίας, όπου φαίνεται ο Πηνειός ποταμός και οι παραπόταμοί του.

Σημεία δειγματοληψίας: (1) Φωτάδα, (2) Κεραμίδι, (3) Λάρισα, (4) Εργοστάσιο ζάχαρης, (5) Ιτέα, (6) Πυργετός, (7) Τιταρήσιος, (8) Καλέντζης and (9) Ενιπέας (Bellos et al., 2004).

Τα φυτοφάρμακα και τα άλλα θρεπτικά, που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη των φυτών, καταλήγουν τελικά στον Πηνειό. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών παρουσιάζουν εποχιακές διακυμάνσεις, με υψηλές συγκεντρώσεις κατά το χειμώνα και τις μικρότερες κατά το καλοκαίρι (Bellos et al., 2004).

Στα δείγματα έγιναν χημικές αναλύσεις (ολικός άνθρακας, ολικό άζωτο, NO_3 , NO_2 , NHPO_4 , SO_4). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν αρκετά θειικά, που προέρχονται κυρίως από τα αστικά λύματα. Τα θρεπτικά, κυρίως το άζωτο και ο φώσφορος, προκαλούν την ανάπτυξη φυτών, όπως οι άλγες. Το άζωτο εμφανίζεται σε τέσσερις μορφές: νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά και απλό άζωτο με οργανικές ενώσεις. Τα νιτρικά είναι τα κυρίαρχα θρεπτικά στη λεκάνη του Πηνειού σε σύγκριση με τις υπόλοιπες διαλυμένες μορφές του αζώτου και του φωσφόρου. Λόγω μεταβολών των γεωχημικών χαρακτηριστικών, τα επίπεδα των νιτρικών και των νιτρώδων ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή και την εποχή ή επηρεάζεται από περιοδικές εισόδους και

εξόδους. Οι μεγάλες συγκεντρώσεις ολικού άνθρακα, ολικού αζώτου, NO_3 , NO_2 , NHPO_4 , SO_4 , που μετρήθηκαν σε συνθήκες υψηλής ροής, προέρχονται από τη χρήση λιπασμάτων και τα περιττώματα ζώων (Bellos et al., 2004).

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών σε καθαρά νερά κυμαίνονται από 0,01 – 0,1 mg/l. Στον Πηνειό βρέθηκαν διάφορες τιμές, όπως 1,01, 2,41 και 0,99 mg/l, που οφείλονται κυρίως στα αστικά λύματα της πόλης των Τρικάλων. Στην υπόλοιπη περιοχή η παρουσία φωσφόρου οφείλεται κυρίως στις αγροτικές δραστηριότητες. Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου παρουσιάζουν λιγότερες εποχιακές μεταβολές σε σχέση με τα υπόλοιπα θρεπτικά. Παρατηρούνται μεταβολές των συγκεντρώσεων ανάλογα με την περιοχή και την εποχή λόγω των μεταβολών στις γεωχημικές επιρροές ή επηρεάζονται από τις περιοδικές εισόδους και εξόδους των αστικών λυμάτων στο ποτάμι. Σημαντικές εκροές φωσφορικών παρατηρήθηκαν κατά την ξηρή περίοδο. Κατά την υγρή περίοδο οι εκροές ήταν ισορροπημένες, ενώ κατά το φθινόπωρο, όταν η παραγωγή είναι χαμηλή, παρατηρούνται υψηλές τιμές θρεπτικών (Bellos et al., 2004).

Ο Χατζηνικολάου (2007) πραγματοποίησε το 2002 δειγματοληψίες σε 89 σημεία σε όλο το μήκος του Πηνειού ποταμού για τον έλεγχο του ρυπαντικού φορτίου κατά τους θερινούς μήνες, όπου η στάθμη του ποταμού είναι χαμηλή και η ρύπανση εντονότερη. Παρατήρησε ότι η ρύπανση ήταν πιο έντονη στην περιοχή των Τρικάλων και στην περιοχή της Λάρισας – Τυρνάβου. Διέκρινε τα ρυπαντικά φορτία (BOD, άζωτο, φώσφορος) ανάλογα με την προέλευσή τους (γεωργία, κτηνοτροφία, ΕΕΛ, βιομηχανία).

Ο Χατζηνικολάου παρατήρησε ότι το φορτίο BOD, που μεταφέρεται στον Πηνειό αυξάνεται μετά τα Τρίκαλα, ενώ παρατηρείται περαιτέρω αύξησή του μετά τη βιομηχανική περιοχή της Λάρισας μέχρι τις εκβολές του ποταμού.

Το άζωτο εμφανίζεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στην περιοχή των Τρικάλων, ενώ στην περιοχή της Λάρισας οι τιμές είναι ακόμα μεγαλύτερες λόγω των ρυπαντικών φορτίων από τη γεωργία, τα αστικά λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα της ευρύτερης περιοχής. Οι τιμές συνεχίζουν να αυξάνονται μέχρι τα στενά της Ροδιάς, ενώ στην περιοχή των Τεμπών υποχώρησαν.

Ο φώσφορος εμφανίζει μικρές αυξήσεις στην περιοχή των Τρικάλων και σταδιακά αυξάνεται μέχρι την περιοχή του Κουτσόχερου, όπου παρατηρούνται υψηλές τιμές. Μετά τη Λάρισα και τη συμβολή του Πηνειού με τον Τιταρήσιο, οι τιμές του φωσφόρου αυξάνεται περαιτέρω, κυρίως λόγω των εκροών από τη γεωργία, της εκροής των αστικών λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων.

Τελικά, το φορτίο του BOD προέρχεται από τις σημειακές πηγές ρύπανσης, το φορτίο των νιτρικών κυρίως από μη σημειακές πηγές, ενώ το φορτίο του φωσφόρου εξαρτάται από την περιοχή και άλλοτε προέρχεται από σημειακές και άλλοτε από μη σημειακές πηγές. Συνολικά, το ρυπαντικό φορτίο εμφάνισε τις μέγιστες τιμές του στην περιοχή της βιομηχανικής περιοχής της Λάρισας και της κοιλάδας των Γόννων.

Παράλληλα, ο Χατζηνικολάου (2007) πραγματοποίησε δειγματοληψίες νερού για τον προσδιορισμό φυσικοχημικών παραμέτρων, βαρέων μετάλλων και γεωργικών φαρμάκων το 2004 και το 2005 στην υψηλή και τη χαμηλή περίοδο παροχής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ρύπανση του Πηνειού είναι σημαντική.

Οι τιμές του διαλυμένου οξυγόνου, του pH, της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας και της συγκέντρωσης των φωσφορικών κατά τη θερινή περίοδο παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης. Έτσι, όμως, δημιουργούνται προβλήματα στους οργανισμούς, που ζουν στο ποτάμι, οι οποίοι πρέπει να προσαρμόζονται στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντός, όπου διαμένουν. Οι τιμές των νιτρικών σε αρκετές θέσεις ήταν υψηλές, ξεπερνώντας τα όρια, που έχουν τεθεί από την Οδηγία 98/83/EK.

Ο Πηνειός είναι κατά θέσεις επιβαρυνμένος και από τις συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων, όπως χρώμιο, νικέλιο, χαλκός, μαγγάνιο και αργίλιο, οι οποίες πολλές φορές ξεπερνούν τις ενδεικτικές και οριακές τιμές, που καθορίζονται από το Υπουργείο (Καλλιόγλου, 2010). Από τα βαρέα μέταλλα, που εξετάστηκαν, βρέθηκαν ψευδάργυρος, χρώμιο, αρσενικό και μόλυβδος με συγκεντρώσεις στο νερό σε φθίνουσα σειρά: $Zn > As > Cr > Pb$. Οι Fytianos και συνεργάτες (2002) υποστηρίζουν ότι οι συγκεντρώσεις των παραπάνω μετάλλων στον Πηνειό έχουν φυσική προέλευση και οι τιμές τους βρίσκονται εντός της φυσικής διακύμανσης των ελληνικών ποταμών. Δε βρέθηκε χαλκός ούτε στο νερό, ούτε στο ίζημα. Κανένα από τα εξεταζόμενα μέταλλα δεν ξεπέρασε τα ανώτατα επιτρεπτά όρια, που ορίζει η Οδηγία 98/83/EK, σχετικά με τη συγκέντρωση των μετάλλων στη στήλη του νερού.

Η ρύπανση είναι σημαντική και στους παραποτάμους του Πηνειού. Οι Κουτσομήτρου κ.α. (2005) πραγματοποίησαν δειγματοληψίες για την εξέταση χημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων δειγμάτων νερού στον ποταμό Ληθαίο, παραπόταμο του Πηνειού στο νομό Τρικάλων και τελικό αποδέκτη της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του νομού. Οι δειγματοληψίες έγιναν σε έξι σημεία του ποταμού ανάντη και κατάντη της μονάδας σε δύο διαφορετικές χρονικές περιόδους, άνοιξη και καλοκαίρι.

Στα ύδατα έγιναν μετρήσεις προσδιορισμού του pH, του διαλυμένου οξυγόνου, των νιτρικών, νιτρώδων και φωσφορικών ιόντων, του BOD₅ και του COD. Τα νερά του

Ληθαίου εμφανίζουν φυσιολογικές τιμές pH, ενώ από τις μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου φαίνεται ότι ο ποταμός κατά θέσεις παρουσιάζει στοιχεία ευτροφισμού και επιβάρυνση λόγω της ύπαρξης οργανικού φορτίου. Στα σημεία εξόδου των εκροών της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων το BOD₅ εμφανίζεται αυξημένο.

Οι τιμές των νιτρικών κατά θέσεις εμφανίζονται υψηλές, που ξεπερνούν το όριο των 25 mg/l σύμφωνα με την Οδηγία 91/276/ΕΟΚ, καθώς βρίσκονται κοντά σε καλλιέργειες, υποδεικνύοντας τη γεωργία ως κύριο ρυπαντή των υδάτων. Τα φωσφορικά ιόντα, επίσης, εμφανίζουν υψηλές τιμές κατάντη της μονάδας, χωρίς να υπερβαίνουν τα όρια. Τα ιόντα αυτά προέρχονται κυρίως από τα αστικά λύματα. Η μονάδα αφαιρεί σημαντικό τμήμα ρυπαντικού φορτίου των αστικών λυμάτων, που επεξεργάζεται, ωστόσο αποτελεί σημαντική σημειακή πηγή ρύπανσης του ποταμού ως προς τα φωσφορικά ιόντα.

Οι αναλύσεις των μικροβιολογικών παραμέτρων υδάτων έδειξαν υψηλές τιμές της ολικής μεσόφιλης μικροχλωρίδας, υποδηλώνοντας ένα πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά υδατικό οικοσύστημα. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν κατά θέσεις υψηλές τιμές των κοπρανωδών κολίμορφων (*Escherichia coli*), που δείχνει μόλυνση από μονάδες επεξεργασίας λυμάτων. Παράλληλα, τα κολίμορφα μέσω της άρδευσης καταλήγουν στις καλλιέργειες και κυρίως στα λαχανικά. Υψηλές τιμές εμφανίζουν και τα παθογόνα στοιχεία (*Klebsiella oxytoca*, *Providencia rettgeri*, *Providencia alcalifaciens*, *Morganella morganii*, και *Flavobacterium oryzo-habitans*), τα οποία είναι υπεύθυνα για λοιμώξεις του κατώτερου αναπνευστικού, του γαστρεντερικού και του ουροποιητικού συστήματος. Τα τελευταία βρέθηκαν και σε δείγματα της ιλύος της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων ξεκίνησε το 1988 συστηματικές μετρήσεις της ποιότητας των επιφανειακών υδάτων της χώρας μέσω του Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης της Ποιότητας των Επιφανειακών Νερών. Το Δίκτυο παρακολουθεί τις μεταβολές ορισμένων ποιοτικών δεικτών για την εκτίμηση της χημικής κατάστασης, χωρίς όμως να λαμβάνει υπόψη βιολογικούς δείκτες ποιότητας. Το Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας των Επιφανειακών Νερών πρέπει να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ, προκειμένου να παρακολουθείται η χημική και οικολογική κατάσταση των επιφανειακών υδάτων σε κάθε λεκάνη απορροής ποταμού σε όλη τη χώρα. Στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας υπάρχουν 42 σημεία δειγματοληψίας στον Πηνειό ποταμό και τους παραποτάμους του (<http://www.minenv.gr/pinios/page5.html>).

Παράλληλα, τα υπόγεια ύδατα του υδατικού διαμερίσματος της Θεσσαλίας παρακολουθούνται από το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της Ποιότητας των Υπόγειων Νερών. Γίνεται δειγματοληψία σε 30 σημεία τέσσερις φορές το χρόνο, ανά εποχή. Το ΕΘΙΑΓΕ και το ΙΓΜΕ, διενεργούν, επίσης, δειγματοληψίες. Και το Δίκτυο αυτό πρέπει να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις της Οδηγίας.

Οι μετρήσεις δείχνουν ότι τα επιφανειακά νερά βρίσκονται γενικά σε καλή κατάσταση. Κατά θέσεις παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση νιτρικών και φωσφορικών τόσο στον Πηνειό όσο και στους παραποτάμους του (Ληθαίος, Ενιπέας, Τιταρήσιος) πάνω από τα επιτρεπτά όρια για το πόσιμο αυτό, όπως και υψηλές τιμές φυτοφαρμάκων, κυρίως λόγω της γεωργικής δραστηριότητας (ΕΜΠ, 2008). Στα υπόγεια ύδατα, όμως, το φαινόμενο υψηλών τιμών νιτρικών πάνω από τα επιτρεπτά όρια για το πόσιμο νερό είναι πολύ συχνό και οφείλεται στη γεωργία και την κτηνοτροφία. Η Οδηγία 91/676/ΕΟΚ «για την προστασία των υδάτων από τη ρύπανση, που προκαλείται από γεωργικές δραστηριότητες» χαρακτήρισε το θεσσαλικό κάμπο ως ευαίσθητη ζώνη (ΚΥΑ 19652/1906/99).

Ανάλυση περιβαλλοντικών πιέσεων

4.3.2 - Γεωργία

Η κύρια δραστηριότητα των κατοίκων της Θεσσαλίας είναι η γεωργία. Το έδαφος δέχεται έντονες πιέσεις, καθώς καλλιεργείται εντατικά με υπερβολική χρήση φυτοφαρμάκων και λιπασμάτων, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση της ποιότητας εδάφους και υπεδάφους. Σημαντικό πρόβλημα για τη γεωργία, τους αγρότες αλλά και τους καταναλωτές, έχει προκαλέσει η έντονη χρήση λιπασμάτων, η οποία είναι βέβαια απαραίτητη για την ανάπτυξη των καλλιεργειών τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Είναι απαραίτητο όμως να χρησιμοποιείται το κατάλληλο λίπασμα για κάθε έδαφος και καλλιέργεια και η κατάλληλη ποσότητα χωρίς υπερβολές, λαμβάνοντας υπόψη τον

τρόπο και το χρόνο εφαρμογής, για την προστασία των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.

Για τη βελτίωση της κατάστασης του Πηνειού έχουν θεσπιστεί «Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής» και Προγράμματα Δράσης για την εφαρμογή τους. Στη γεωργία οι Κώδικες δίνουν πληροφορίες και οδηγίες σχετικά με την κατεργασία του εδάφους, την αμειψισπορά, τη λίπανση, τη διαχείριση των υδάτινων πόρων, τη φυτοπροστασία, τη διαχείριση αυτοφυούς χλωρίδας, τη συγκομιδή, τη διαχείριση υπολειμμάτων καλλιέργειας και τη διαχείριση των απορριμμάτων.

Σχετικά με τα γεωργικά φάρμακα, η Οδηγία 98/83/EK για τη χρήση του νερού από τον άνθρωπο καθορίζει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα επιφανειακά νερά, που είναι η τιμή 0,1 mg/l για κάθε φάρμακο και η τιμή 0,5 mg/l για τη συνολική συγκέντρωση γεωργικών φαρμάκων στο νερό. Τα γεωργικά φάρμακα χρησιμοποιούνται στις γεωργικές καλλιέργειες της θεσσαλικής πεδιάδας, που είναι και ο μεγαλύτερος παραγωγός αγροτικών προϊόντων στην Ελλάδα. Ο Χατζηνικολάου (2007) εντόπισε δεκαπέντε γεωργικά φάρμακα στα δείγματα νερού, τα οποία ξεπέρασαν τις τιμές της Οδηγίας κατά τη θερινή περίοδο:

- DEA,
- Atrazine,
- Alachlor,
- Cadusaphos (οργανοφωσφορικό παρασιτοκτόνο)
- Prometryne (ζιζανιοκτόνο, που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια βαμβακιού)
- HCB,
- PCNB (μυκητοκτόνο, που χρησιμοποιείται στα κηπευτικά και στην καλλιέργεια βαμβακιού)
- Benthioncarb (ζιζανιοκτόνο ευρείας χρήσης, χρησιμοποιείται συνήθως στην καλλιέργεια βαμβακιού)
- Chlorpyrifos (οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο)
- Trifluralin (ζιζανιοκτόνο, που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια βαμβακιού)
- Metribuzine,
- Metolachlor,
- Terbutylazine,

- Phorate (οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο, που χρησιμοποιείται στην καλλιέργειες βαμβακιού και ζαχαρότευτλων)
- και καφεΐνη (από αστικά λύματα).

Πολλοί μελετητές πραγματοποίησαν δειγματοληψίες από τα νερά του Πηνειού ποταμού για να προσδιορίσουν τη ρύπανση, που υφίσταται. Κατέληξαν ότι ο Πηνειός κατά θέσεις εμφανίζει υψηλά ρυπαντικά φορτία, που οφείλονται κυρίως στην εντατική γεωργία και την κτηνοτροφία. Η ρύπανση είναι εντονότερη κατά τους θερινούς μήνες, όταν η παροχή του ποταμού βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα.

Στη Θεσσαλία εφαρμόζονται περίπου 230.000 τόνοι λιπασμάτων και 2.000 τόνοι αγροχημικών κάθε χρόνο, που τελικά καταλήγουν στον Πηνειό.

4.3.3 – Κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία αποτελεί σημαντική απασχόληση μεγάλου μέρους των κατοίκων της θεσσαλικής πεδιάδας. Εκτρέφονται βοοειδή, αιγοπρόβατα, ορνιθοειδή, χοιρινά, ίπποι, κονικλοειδή και άλλα. Η καταγραφή των κτηνοτροφικών μονάδων είναι δύσκολη, καθώς εκτός από τις μεγάλες μονάδες, υπάρχουν πολλοί ιδιώτες, που εκτρέφουν ζώα. Η εσταυλισμένη κτηνοτροφική δραστηριότητα αφορά την εκτροφή χοίρων και πουλερικών και κατά περίπτωση βοοειδών. Στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας το 65% είναι μονάδες εκτροφής βοοειδών σε στεγασμένους χώρους και οι υπόλοιπες μονάδες εκτροφής χοίρων. Η λειτουργία των μεγάλων κτηνοτροφικών μονάδων προϋποθέτει την ύπαρξη και λειτουργία μονάδας επεξεργασίας υγρών αποβλήτων.

4.3.4 – Αστικά υγρά απόβλητα

Στην περιοχή του Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας λειτουργούν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ), που εξυπηρετούν τις μεγαλύτερες πόλεις. Ειδικότερα, οι πόλεις της Καρδίτσας, της Λάρισας, των Τρικάλων και του Βόλου διαθέτουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, καθώς και μικρότεροι οικισμοί όπως η Γιαννούλη, η Καλαμπάκα και ο Τύρναβος.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2009) έχει καταγράψει σε μελέτη του στοιχεία για τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων (ΕΕΛ), που λειτουργούν στη Θεσσαλία, καθώς και αυτές, που κατασκευάζονται ή βρίσκονται σε φάση μελέτης. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι ΕΕΛ, που λειτουργούν στη Θεσσαλία (ΥΠΕΚΑ, 2009).

Α/Α	ΝΟΜΟΣ	ΔΗΜΟΣ/ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΕΕΛ	ΤΕΛΙΚΟΣ ΑΠΟΔΕΚΤΗΣ
1	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΚΑΛΕΝΤΖΗΣ
2	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΗΝΕΙΟΣ
3	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΣΚΙΑΘΟΥ	ΣΚΙΑΘΟΥ	ΑΙΓΑΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ
4	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΒΟΛΟΥ	ΒΟΛΟΥ	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
5	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΗΘΑΙΟΣ
6	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ	ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ (ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ)
7	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΛΥΒΙΩΝ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΛΗΘΑΙΟΣ
8	ΤΡΙΚΑΛΩΝ	ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ	ΚΑΛΑΜΠΑΚΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΗΝΕΙΟΣ
9	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΠΗΝΕΙΟΣ
10	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΣΚΟΠΕΛΟΥ	ΣΚΟΠΕΛΟΥ	ΑΙΓΑΙΟ ΠΕΛΑΓΟΣ
11	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΑΛΜΥΡΟΥ	ΑΛΜΥΡΟΥ	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
12	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΑΓΙΑΣ	ΑΓΙΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΜΥΡΟΣ
13	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ (ΧΕΙΜΑΡΡΟΣ ΕΛΑΣΣΟΝΙΤΙΚΟΣ)
14	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΤΥΡΝΑΒΟΥ	ΤΥΡΝΑΒΟΥ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΣ

15	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΦΑΡΣΑΛΩΝ	ΦΑΡΣΑΛΩΝ	ΠΟΤΑΜΟΣ ΑΠΙΔΑΝΟΣ
16	ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΙΒΑΔΙΟΥ	ΛΙΒΑΔΙΟΥ	ΡΕΜΑ ΓΚΟΥΓΚΟΥΛΑ
17	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΦΕΡΡΩΝ	ΒΟΛΟΥ	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ
18	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ	ΒΟΛΟΥ	ΠΑΓΑΣΗΤΙΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ

Πίνακας 4.2: Υφιστάμενες ΕΕΛ στην Περιφέρεια Θεσσαλίας (ΥΠΕΚΑ, 2009).

Στο παράρτημα αναφέρονται στοιχεία αστικών λυμάτων ανά δημοτικό διαμέρισμα.

4.3.5 – Βιομηχανικά απόβλητα

Οι βιομηχανίες αποτελούν συχνά σοβαρές σημειακές πηγές ρύπανσης, αφού τα απόβλητά τους μπορεί να ρυπάνουν το περιβάλλον και ιδιαίτερα το νερό και το έδαφος. Στη θεσσαλική πεδιάδα υπάρχουν αρκετές βιομηχανίες οινοποιίας, επεξεργασίας φρούτων, επεξεργασίας ελιών και ελαιοτριβεία, εκκοκκιστήρια βάμβακος, μεταλλουργικές – κατασκευαστικές βιομηχανίες, εργοστάσια παραγωγής γάλακτος και λοιπές βιομηχανίες.

Κάθε βιομηχανία παράγει απόβλητα, τα οποία υποχρεούται να διαθέσει στη μονάδα επεξεργασίας υγρών αποβλήτων στις εγκαταστάσεις της. Ωστόσο λίγες βιομηχανίες της Περιφέρειας Θεσσαλίας διαθέτουν εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών λυμάτων σε λειτουργία, προκειμένου να μη δημιουργούνται περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι υπόλοιπες είτε εκβάλλουν τα απόβλητά τους απ' ευθείας στον Πηνειό είτε κατασκευάζουν τώρα μονάδες βιολογικού καθαρισμού είτε χρησιμοποιούν σηπτικούς και απορροφητικούς βόθρους. Πολλές βιομηχανίες ρυπαίνουν έμμεσα τον Πηνειό, καθώς διοχετεύουν τα απόβλητά τους σε παραποτάμους του, όπως ο Τιταρήσιος, ο Ελασσονίτης, ο Ενιπέας, οι οποίοι δεν έχουν συνεχή ροή και τα υγρά απόβλητά τους τελικά απορροφώνται από το έδαφος.

Η Βιομηχανική Περιοχή της Λάρισας (ΒΙ.ΠΕ.) διαθέτει εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών λυμάτων με τελικό αποδέκτη τον Πηνειό ποταμό. Ωστόσο, αρκετές βιομηχανίες του νομού Λάρισας βρίσκονται εκτός της ΒΙ. ΠΕ., όπως

βιομηχανίες γαλακτοκομικών και τυροκομικών προϊόντων (Όλυμπος), βιομηχανίες επεξεργασίας οπωρολαχανικών, βιομηχανίες ποτών, οινοποιίας και οινοπνευματοποιίας (οινοποιείο Τυρνάβου), βιομηχανίες επεξεργασίας ελιών (ελαιοτριβεία, συσκευαστήρια ελιών), βιομηχανίες υφαντουργίας (ΒΙΟΚΑΡΠΕΤ), βιομηχανίες κατασκευής προϊόντων από μέταλλο (EXALCO, ALBIO) και άλλες βιομηχανίες.

Για τον κύριο όγκο της ρύπανσης του Πηνειού στην περιοχή της Λάρισας υπεύθυνο είναι το εργοστάσιο ζάχαρης, που παρά την ύπαρξη και λειτουργία εγκατάστασης βιολογικού καθαρισμού αποβλήτων, οι δείκτες ρύπανσης ήταν αρκετά υψηλοί. Η Μονάδα της Λάρισας λειτούργησε ως ζαχαρουργείο για τελευταία χρονιά το 2006 και πλέον λειτουργεί ως μονάδα αποθήκευσης ζάχαρης και συσκευασίας (ΤΕΕ,1982).

Σημαντική ρύπανση προκαλούν οι εποχιακές βιομηχανίες κονσερβοποίησης οπωροκηπευτικών με την εποχιακή τους λειτουργία κατά την περίοδο, που ο ποταμός παρουσιάζει χαμηλά επίπεδα στάθμης (ΤΕΕ,1982)

Τα παλιά δημοτικά σφαγεία λειτουργούσαν σε παλιές εγκαταστάσεις, αποβάλλοντας τα λύματά τους με πολύ υψηλό βιολογικό φορτίο χωρίς καμιά επεξεργασία στον Πηνειό. Το 2010 έκλεισαν εννέα σφαγεία πανελλαδικά, μεταξύ των οποίων και τα δημοτικά σφαγεία Λάρισας, Τρικάλων και Καλαμπάκας, καθώς μετά από επιτόπιους ελέγχους διαπιστώθηκε ότι δεν πληρούσαν τις νόμιμες προδιαγραφές.

Η ρύπανση του Πηνειού από τις βιομηχανίες της περιοχής προκάλεσε προβλήματα στο οικοσύστημα. Υπάρχουν μαρτυρίες χωρικών και βοσκών της περιοχής Κουλουριού σχετικά με αποβολές θηλαστικών, που ήπιαν νερό του ποταμού, για πτώση της παραγωγής στα γειτονικά χωράφια μέχρι πλήρη καταστροφή, αφρισμένα νερά του ποταμού λόγω της μεγάλης ποσότητας απορρυπαντικών συστατικών, ψόφια ψάρια (1970, 1972). Πολλοί αγρότες διεκδίκησαν αποζημιώσεις από τις υπεύθυνες βιομηχανίες για την καταστροφή της παραγωγής τους. Συνήθως οι δίκες δεν είχαν καλό αποτέλεσμα για τους αγρότες λόγω έλλειψης στοιχείων.

4.3.6 - Αστικά στερεά απόβλητα

Για τη διαχείριση των αστικών στερεών αποβλήτων λειτουργούν οι Φορείς Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΦοΔΣΑ) Περιφέρειας Θεσσαλίας, που είναι οι εξής (Στυλιανάκης, 2008):

- Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμων και Κοινοτήτων Ν. Λάρισας
- Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων (ΣΥ.ΔΙ.Σ.Α.) Ν. Μαγνησίας
- Περιβαλλοντική Αναπτυξιακή Δυτικής Θεσσαλίας Α.Ε. (Π.Α.ΔΥ.Θ.Α.Ε.)

Η Διαχείριση των στερεών αποβλήτων στη Θεσσαλία έχει σαν σκοπό την προστασία και διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος, την εκπόνηση μελετών και Τοπικών Αναπτυξιακών Προγραμμάτων, καθώς και τη διαχείριση προγραμμάτων, που συγχρηματοδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα στερεά απορρίμματα συγκεντρώνονται στους Σταθμούς Μεταφόρτωσης και τελικά οδηγούνται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), που λειτουργούν στους νομούς Λάρισας, Μαγνησίας και Τρικάλων (δέχεται και τα απορρίμματα του νομού Καρδίτσας). Με την προϋπόθεση ορθής λειτουργίας, δε δημιουργούνται πιέσεις στους υδάτινους αποδέκτες από τους ΧΥΤΑ.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι παραγόμενες ποσότητες αστικών στερεών αποβλήτων στις διαχειριστικές ενότητες και παράλληλα γίνεται εκτίμηση της παραγωγής σε χρονικούς ορίζοντες 10ετίας και 20ετίας (Στυλιανάκης, 2006).

Διαχειριστικές ενότητες	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ			ΠΑΡΑΓΩΓΗ Α.Σ.Α (τν/έτος)		
	2005	2015	2025	2005	2015	2025
Ν. Καρδίτσας & Ν. Τρικάλων	281.886	322.188	370.154	115.343	132.630	153.629
Ν. Λάρισας	301.196	367.264	454.022	127.525	156.848	197.700
Ν. Μαγνησίας	220.885	260.798	309.535	92.809	110.508	132.191
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	803.968	950.250	1.133.711	335.677	399.986	483.520

Πίνακας 4.3: Παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων στις διαχειριστικές ενότητες (Στυλιανάκης, 2006).

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται στοιχεία για τους ΧΥΤΑ της Θεσσαλίας.
(<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=zj9Pd%2Bh03KQ%3D&tabid=438&language=el-GR>)

Α/Α	ΕΞΥΠΗΡΕΤΟΥΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΙ ΟΤΑ)	ΟΝΟΜΑ ΧΩΡΟΥ (ΧΥΤΑ)	ΘΕΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΕΠΩΝΥΜΙΑ ΦΟΡΕΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
1	ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΟΥ Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ	ΛΑΡΙΣΑΣ	Νταουσλάρ, Δ.Δ. Παραποτάμου, Δήμος Μακρυχωρίου	Ενιαίος Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Δήμων και Κοινοτήτων Νομού Λάρισας
2	ΟΛΟΙ ΟΙ ΟΤΑ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΡΙΚΑΛΩΝ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ	ΤΡΙΚΑΛΩΝ (ΠΑΛΑΙΟΣΑΜΑΡΙΝΑ)	Ημερόκλημα Παλαιοσαμαρίνας, Κοινότητα Παλαιοπύργου	ΠΑΔΥΘ Α.Ε.
3	Δ. ΒΟΛΟΥ, Δ. Ν. ΙΩΝΙΑΣ, Δ. ΦΕΡΩΝ, Δ. ΙΩΛΚΟΥ, Δ. ΑΓΡΙΑΣ, Δ. ΑΙΣΩΝΙΑΣ, Δ. ΚΑΡΛΑΣ, Δ. ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ, Δ. ΜΗΛΕΩΝ, Δ. ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ, Δ. Ν. ΑΓΧΙΑΛΟΥ, Κ. ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ, Κ. ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΑΣ, Δ. ΑΛΜΥΡΟΥ, Δ. ΠΤΕΛΕΟΥ, Δ., ΣΟΥΡΙΠΗΣ, Κ. ΑΝΑΒΡΑΣ, Δ. ΑΦΕΤΩΝ	ΒΟΛΟΥ	Κάκκαβος Δ.Δ. Διμηνίου, Δήμος Αισωνίας	Σύνδεσμος Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Νομού Μαγνησίας

Πίνακας 4.4: ΧΥΤΑ Θεσσαλίας.

Με απόφαση της Γενικής Γραμματέας Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας – Στερεάς Ελλάδας (α.π. οικ. 8700/91995/11-5-2012), συστάθηκε σύνδεσμος με την επωνυμία «Περιφερειακός Σύνδεσμος Φορέων Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων Περιφέρειας Θεσσαλίας» με έδρα τη Λάρισα, στον οποίο μετέχουν υποχρεωτικά όλοι οι δήμοι των διαχειριστικών ενοτήτων της Περιφέρειας Θεσσαλίας. Ο Σύνδεσμος έχει ως σκοπό την ολοκληρωμένη διαχείριση των στερεών αποβλήτων, σύμφωνα με το Περιφερειακό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ), που περιλαμβάνει την προσωρινή αποθήκευση, μεταφόρτωση, θαλάσσια μεταφορά ΑΣΑ, επεξεργασία, ανάκτηση και διάθεση των στερεών αποβλήτων. Οι Σύνδεσμοι, που συστάθηκαν ως

ΦΟΔΣΑ ή ανώνυμες εταιρείες ή άλλες επιχειρήσεις και νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου των Ο.Τ.Α., συγχωνεύονται υποχρεωτικά στον περιφερειακό σύνδεσμο (Στυλιανάκης, 2008).

Το ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας έχει σαν σκοπό να καταγράψει (Στυλιανάκης, 2008):

- τις ποσότητες και το είδος των αποβλήτων, που παράγονται στην Περιφέρεια,
- την υφιστάμενη κατάσταση στη διαχείριση των αποβλήτων, δηλαδή την καταγραφή των υφιστάμενων Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) και των Ανεξέλεγκτων Χώρων Διάθεσης Αποβλήτων (ΧΑΔΑ),
- την υφιστάμενη κατάσταση του περιβάλλοντος και
- να προτείνει μέτρα για τη βιώσιμη διαχείριση των στερεών αποβλήτων ανά διαχειριστική ενότητα.

Το ΠΕΣΔΑ Θεσσαλίας προτείνει τη λειτουργία δέκα νέων Σταθμών Μεταφόρτωσης Απορριμμάτων (ΣΜΑ) και οκτώ Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ), ενώ παράλληλα προτείνει διάφορα λύσεις για τις Λάσπες των Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Αποβλήτων και τη διαχείριση των βιομηχανικών μη επικίνδυνων αποβλήτων.

Επιπλέον, στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας βρίσκονται, ενεργοί και μη, καταγεγραμμένοι 51 ανεξέλεγκτοι χώροι διάθεσης στερεών αποβλήτων (ΧΑΔΑ). Οι διαδικασίες αποκατάστασής τους συνεχίζονται, όπως προβλέπεται. Όλοι είναι κλειστοί, αλλά οι περισσότεροι μη αποκαταστημένοι. Δεκατρείς από αυτούς βρίσκονται στο νομό Καρδίτσας, δώδεκα στο νομό Λάρισας, έξι στο νομό Μαγνησίας και είκοσι στο νομό Τρικάλων. Το 77% των ΧΑΔΑ βρίσκεται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Ακόμα και σήμερα, παρά τα πρόστιμα, που έχουν επιβληθεί, υπάρχουν πολλοί δήμοι και κοινότητες, που αντί να οδηγούν τα απορρίμματά τους στους χώρους υγειονομικής ταφής, τα διοχετεύουν στις χωματερές, προκαλώντας τεράστια ρύπανση και ποιοτική υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Τα απορρίμματα αφήνονται επιφανειακά και στη συνέχεια καίγονται, απειλώντας τις γειτονικές δασικές περιοχές και εκλύοντας σημαντικές ποσότητες μεθανίου. Τα στραγγίσματα μπορούν να ρυπάνουν τα υπόγεια και τα επιφανειακά ύδατα της γύρω περιοχής.

4.4 - Συνέπειες

Στη Θεσσαλία υπάρχουν αρκετές εκτάσεις, που έχουν υποβαθμιστεί ποσοτικά και ποιοτικά, η παραγωγικότητά τους έχει μειωθεί σημαντικά και απειλούνται από ερημοποίηση. Οι συνέπειες από την υπερεκμετάλλευση και τη ρύπανση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων της Θεσσαλίας είναι σημαντικές.

Ο Μπέλεσης (2012) αναφέρει ότι οι συνέπειες από την υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδροφορέων στις λεκάνες της Δυτικής και της Ανατολικής Θεσσαλίας και τις περιφερειακές λεκάνες είναι οι ακόλουθες:

- Πτώση της στάθμης λόγω της μείωσης των μόνιμων αποθεμάτων νερού
- Κατανάλωσης ενέργειας για την απόληψη του νερού
- Λειψυδρία στον Πηνειό κατά τους θερινούς μήνες
- Στείρευση πηγών στη Θεσσαλία
- Προβλήματα στην ύδρευση λόγω μεταβολής στην ποιότητα του νερού
- Υφαλμύρυνση των παράκτιων περιοχών
- Καθιζήσεις και ρωγματώσεις του εδάφους
- Ερημοποίηση περιοχών

Τα κύρια προβλήματα, που εμφανίζονται στη θεσσαλική πεδιάδα, είναι ο ευτροφισμός των επιφανειακών υδάτων, οι καθιζήσεις στην επιφάνεια του εδάφους, η υφαλμύρωση των υπόγειων υδροφορέων λόγω υπεράντλησης και η νιτρορρύπανση των υπόγειων αποθεμάτων, ταυτόχρονα με άλλες οικονομικές συνέπειες. Η ελάττωση της παροχής του Πηνειού μέχρι και μηδενισμού της έχει ταυτόχρονα και επιπτώσεις στο περιβάλλον γενικότερα, καθώς συχνά παρατηρούνται θάνατοι ψαριών λόγω της χαμηλής στάθμης των νερών. Η κατάσταση είναι καλύτερη στα στενά της κοιλάδας των Τεμπών, καθώς ο ποταμός εκεί εμπλουτίζεται από τα νερά των πηγών, που βρίσκονται στην περιοχή.

Ο ευτροφισμός είναι ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, που οφείλεται στην παρουσία πολλών θρεπτικών υλικών, που συγκεντρώνονται στους υδάτινους αποδέκτες εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Το Δέλτα του Πηνειού εμφανίζει συχνά ευτροφισμό, όπως και οι περισσότερες εκβολές των ελληνικών ποταμών, που αλλοιώνει τα χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος και δημιουργεί περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και προβλήματα αισθητικής (Fytianos et al., 2002, Κάγκαλου κα., 2012).



Εικόνα 4.3: Οι εκβολές του Πηνειού.

Η υπεράντληση των υπογείων υδάτων και η μεγάλη ταπείνωση της στάθμης έχει σοβαρές επιπτώσεις. Αναφέρονται η εκδήλωση καθιζήσεων και ρωγματώσεων στην επιφάνεια του εδάφους, που οφείλονται στη συρρίκνωση των εξαντληθέντων υδροφόρων στρωμάτων με λεπτόκοκκα υλικά, λόγω συμπίεσης των κενών των πόρων τους, που προκαλεί η πτώση της στάθμης. Οι προσχωματικοί κοκκώδεις σχηματισμοί προσπαθούν να προσαρμοστούν στην νέα κατάσταση ισορροπίας, που δημιουργήθηκε από την πτώση στάθμης του υπόγειου νερού, με συμπύκνωση, δηλαδή με μείωση των κενών μεταξύ των κόκκων (Ευαγγελόπουλος, 2005).

Τέτοια φαινόμενα συναντώνται συχνά στη ΝΑ και ΒΔ πλευρά της Ανατολικής Θεσσαλίας και μπορεί να επηρεάσουν ακόμα και την ευστάθεια οικοδομών. Ρωγματώσεις και καθιζήσεις έχουν εκδηλωθεί σε διάφορες περιοχές του νομού Λάρισας (Νίκη, Αρμένιο, Ριζόμυλο, Χάλκη, Πλατύκαμπο, Ομορφοχώρι, Αγία Σοφία, Αμπελώννα, Φαλάνη, Φάρσαλα, Σταυρό), ενώ παρατηρήθηκαν ζημιές σε οικήματα (Μελία, Ριζόμυλος κα), όπως και στη σιδηροδρομική γραμμή Λάρισας – Βόλου (Ευαγγελόπουλος, 2005).

Άλλο πρόβλημα, που παρατηρείται στις ανατολικές περιοχές της θεσσαλικής πεδιάδας, είναι η υφαλμύρωση των υπογείων υδάτων. Το φαινόμενο οφείλεται στην υπεράντληση των υπογείων υδάτων, που προκαλεί πτώση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα κάτω από τη στάθμη της θάλασσας, με αποτέλεσμα τη διείσδυση θαλασσινού νερού, όταν υπάρχει υδραυλική επικοινωνία, με σκοπό την κάλυψη του ελλείμματος

που δημιουργείται στους υδροφορείς από τις υπεραντλήσεις. Η υφαλμύρωση καθιστά το υπόγειο νερό ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση και θα προκαλέσει την ερήμωση της περιοχής (Πολύζος κα., 2008). Υπολογίζεται πως για να αποκατασταθεί το φαινόμενο της υφαλμύρωσης, αφού σταματήσει ο λόγος από τον οποίο προκλήθηκε, απαιτείται 7-10πλάσιος χρόνος από το διάστημα, που χρειάστηκε για να φτάσει στην απόσταση που παρατηρήθηκε

Στο νομό Λάρισας το φαινόμενο εμφανίζεται στις πεδινές περιοχές του Ριζόμυλου, του Στεφανοβίκειου, των Καναλίων, όπου παρατηρούνται ιόντα χλωρίου και νατρίου στο υπόγειο νερό, που οφείλεται στη διείσδυση θαλασσινού νερού από τον Παγασητικό και το Αιγαίο Πέλαγος μέσω των υδροπερατών πετρωμάτων της περιοχής. Σε γεωτρήσεις βάθους 200 m βρέθηκε αλμυρό νερό στους οικισμούς Ελευθέριο, Μέλισσα, Αχίλλειο και αλλού. Στις περιοχές Ομορφοχώρι, Ελευθέριο, Χάλκη τα υπόγεια νερά σε μεγάλα βάθη είναι υφάλμυρα έως αλμυρά. καθώς περιέχουν ιόντα χλωρίου και νατρίου. Κατά θέσεις τα νερά είναι επιβαρυμένα και από θειικά άλατα (Δένδρα, Πλατανούλια, Γυρτώνη, Ταουσάνη) (Ευαγγελόπουλος, 2005).

Σημαντικό είναι και το πρόβλημα της νιτρορρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, που αναφέρεται στην επιβάρυνση των υδάτων από νιτρικά ιόντα. Όταν οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι πάνω από τα 50 mg/l νερού, το υπόγειο νερό είναι ακατάλληλο για πόση, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζονται φαινόμενα ευτροφισμού στις παράκτιες περιοχές με μεγάλη ανάπτυξη του πλαγκτού (ΕΘΙΑΓΕ, 2001). Η εντατική γεωργία με τη χρήση λιπασμάτων, η κτηνοτροφία και τα υγρά απόβλητα είναι πλούσια σε ενώσεις του αζώτου και η παρουσία τους συμβάλλει στο πρόβλημα της νιτρορρύπανσης.

Από δειγματοληψίες και αναλύσεις επιφανειακών και υπόγειων υδάτων σε όλη την Ελλάδα, προκειμένου να γίνει έλεγχος για την υπέρβαση του ορίου των 50 mg/l νιτρικών ιόντων (Οδηγία 75/440/ΕΟΚ), προέκυψε ότι στο νομό Λάρισας υπάρχουν πολλά σημεία, όπου παρατηρείται υπέρβαση του ορίου των ιόντων αζώτου (νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά). Η θεσσαλική πεδιάδα δέχεται όλα τα ρυπαντικά φορτία της λεκάνης απορροής και έχει χαρακτηριστεί ως περιοχή ευαίσθητη στη νιτρορρύπανση από αγροτικές πηγές. Η αναγνώριση του Θεσσαλικού πεδίου ως ευπρόσβλητη ζώνη το 1999 και η εφαρμογή του σχετικού προγράμματος δράσης της πρώτης περιόδου (2001) και των ορθών γεωργικών πρακτικών, που αυτό θεσπίζει, θεωρήθηκε ότι θα είχε ως άμεσο αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας των νερών του ποταμού,

επισημαίνοντας την αναγκαιότητα συστηματικής καταγραφής των πιέσεων και της παρακολούθησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του ποταμού.

Η Οδηγία 91/676/ΕΟΚ αφορά στην προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης. Κύριος σκοπός της είναι η μείωση της ρύπανσης των υδάτων εξαιτίας των νιτρικών ιόντων από τη γεωργία και η πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης αυτής της μορφής. Τα κράτη – μέλη πρέπει να χαρακτηρίσουν «ευπρόσβλητες ζώνες – vulnerable zones» «όλες τις γνωστές περιοχές ξηράς, που βρίσκονται στο έδαφός τους, των οποίων τα νερά υφίστανται ή/και ενδέχεται να υποστούν ρύπανση. Παράλληλα, πρέπει να καταρτίσουν «Προγράμματα Δράσης» για τις ζώνες αυτές για τη μείωση και πρόληψη της ρύπανσης από τα νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης, καθώς και «Κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής – Code of Codes of good agricultural practice».

Το Υπουργείο Γεωργίας της Ελλάδας δημιούργησε σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο Αθηνών Δίκτυο Παρακολούθησης της ποιότητας των υπόγειων νερών από νιτρικά, νιτρώδη και αμμωνία, το ΕΜΠ ανέλαβε πρόγραμμα για τον προσδιορισμό των ευπρόσβλητων ζωνών από νιτρικά γεωργικής προέλευσης στην Ελλάδα και το Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών ανέλαβε πρόβλημα για την προστασία των υπόγειων νερών από τη νιτρορρύπανση αυτής της μορφής (ΕΘΙΑΓΕ, 2001).

Παράλληλα, η Διεύθυνση Περιβάλλοντος του Υπουργείου Γεωργίας ανέθεσε στο Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας την εκπόνηση μελέτης, ώστε να συνταχθεί «Σχέδιο Δράσης» για τις ευαίσθητες περιοχές της Ελλάδας σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ. Το ΙΧΤΕΛ παρακολούθησε την εποχιακή διακύμανση των νιτρικών του υπογείου νερού της Θεσσαλίας σε 302 γεωτρήσεις. Για το σκοπό αυτό πραγματοποίησε χημικές αναλύσεις νερού για τον προσδιορισμό νιτρικού αζώτου, αμμωνιακού αζώτου, pH, ηλεκτρικής αγωγιμότητας, περιεκτικότητας σε χλώριο, ανθρακικά, όξινα ανθρακικά, θειικά, νάτριο, ασβέστιο και μαγνήσιο.

Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τα νιτρικά και τα αμμωνιακά άλατα προκύπτουν τα παρακάτω:

Η ζώνη υδροφορίας του Αλμυρού και οι κώνοι κορημάτων Αγριάς και Λεχονίων της Μαγνησίας παρουσιάζουν έντονη νιτρορρύπανση του υπόγειου και φρεάτιου νερού, όπως επίσης και οι ζώνες υδροφορίας, που εμφανίζονται στους κώνους κορημάτων στις περιοχές Αργυροπουλείου, Μαρμαρηνής, Δολίχης, εμφανίζουν πρόβλημα νιτρορρύπανσης (ΕΘΙΑΓΕ, 2001).

Ο Ευαγγελόπουλος (2005) αναφέρει ότι μεγάλες συγκεντρώσεις νιτρικών παρατηρούνται στο Αργυροπούλι Λάρισας, όπου η κατείσδυση επιφανειακού νερού είναι μεγάλη εξαιτίας ελεύθερου έως ημι – ελεύθερου υδροφόρου ορίζοντα. Στις περιοχές Αγιάς, Δένδρων και του Πλατυκάμπου παρατηρούνται σημαντικές ποσότητες νιτρωδών και αμμωνιακών. Στο Αχίλλειο μετρήθηκε συγκέντρωση νιτρικών μεγαλύτερη των 100 mg/l, εξαιτίας των πολλών κτηνοτροφικών μονάδων. Στη Χάλκη παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις νιτρικών από 10-35 mg/l, οι οποίες οφείλονται στην εντατική καλλιέργεια, την ημι -ελεύθερη υδροφορία, η οποία ευνοεί τη διείσδυση προς το βάθος και στα ρυπασμένα νερά με νιτρικά του υδατορέματος Κουσμπασανιώτη. Στο Κιλελέρ οι συγκεντρώσεις νιτρικών κυμαίνονται από 5-30 mg/l, ενώ στην περιοχή Μαρμαρινής, Δήμητρας και Καλαμακίου από 0-20 mg/l.

Η περιοχή Ταουσάνης χαρακτηρίζεται από καλής ποιότητας υπόγειο νερό, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άρδευση. Ωστόσο, ο κίνδυνος ρύπανσης από νιτρικά είναι μεγάλος κυρίως στη λοφώδη περιοχή, καθώς εκεί η υδροφορία είναι ελεύθερη και η κατείσδυση είναι μεγάλη, σε αντίθεση με την περιοχή του Κουτσόχερου και του Μαυροβουνίου, όπου η διήθηση προς το βάθος είναι σχεδόν μηδαμινή. Στην περιοχή κατά θέσεις εμφανίζονται υψηλές τιμές συγκεντρώσεων νιτρικών, που οφείλεται στην εντατική καλλιέργεια κυρίως βάμβακος και την ελεύθερη έως ημι-ελεύθερη υδροφορία, που ευνοεί την κατείσδυση των ρυπασμένων νερών. Το ασβεστολιθικό σύστημα Κουτσόχερου – Δαμασίου – Μάτι Τυρνάβου είναι απαλλαγμένο από νιτρικά. Μόνο σε κάποιες θέσεις εμφανίζονται υψηλές τιμές νιτρικών εξαιτίας του ρυπασμένου νερού άρδευσης.

Στο νομό Τρικάλων υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών βρέθηκαν στη Φαρκαδόνα (5 mg/l) και αμμωνιακών στα Μεγάλα Καλύβια, το Πετροπόρο και σε άλλα σημεία. Στο νομό Καρδίτσας βρέθηκαν υψηλές τιμές αμμωνιακών στη Ματαράγκα, ενώ στη Νέα Αγχίαλο του νομού Μαγνησίας παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών και αμμωνιακών. Στην υπόλοιπη Θεσσαλία δεν παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντικών φορτίων, αλλά παραμένουν σε χαμηλές τιμές (Ευαγγελόπουλος, 2005).

Επιπλέον, οι συνέπειες από τη μαζική κατάληξη θρεπτικών στο Αιγαίο Πέλαγος, όπου καταλήγει ο Πηνειός και τη Μεσόγειο κατ' επέκταση, είναι σημαντικές, καθώς το Αιγαίο δεν είναι ικανό να αντιμετωπίσει την είσοδο των χημικών ρυπαντών. Φαινόμενα, όπως οι κόκκινες παλίρροιες, έχουν αρχίσει να εμφανίζονται κάθε χρόνο. Τα θρεπτικά από τον Πηνειό, που καταλήγουν στο Αιγαίο, επηρεάζουν τη θρεπτική ισορροπία και την πρωτογενή παραγωγή εκεί, όπου το άζωτο και ο φώσφορος

αποτελούν περιορισμένο παράγοντα για την παραγωγή αλγών. Παράλληλα, προκαλούνται αλλαγές στο επίγειο οικοσύστημα, στις χρήσεις γης και σε άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η θάλασσα ανταποκρίνεται στις αλλαγές των ροών των θρεπτικών με αλλαγές στην ένταση και την κατανομή της πρωτογενούς παραγωγικότητας, που επιδρούν στην παράκτια αλιεία και στις τουριστικές δραστηριότητες, καθώς τα νερά έχουν άσχημη γεύση και οσμή (Bellos et al., 2004, Laspidou et al, 2008, 2011).

Συμπερασματικά, η λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού δέχεται σημαντικές περιβαλλοντικές πιέσεις σχετικά με την ποσότητα και την ποιότητα των υδατικών αποθεμάτων. Οι συνέπειες είναι ήδη εμφανείς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΑΝΑΛΥΣΗ ΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

5.1 - Εισαγωγή

Η ρύπανση ενός υδατικού αποδέκτη μπορεί να είναι σημειακή ή μη σημειακή. Σημειακές πηγές απελευθερώνουν ρυπαντές σε συγκεκριμένες θέσεις του επιφανειακού νερού μέσω σωλήνων, αυλάκων ή οχετών. Τέτοιες πηγές είναι τα εργοστάσια, οι μονάδες επεξεργασίας αστικών αποβλήτων, η εσταυλισμένη κτηνοτροφία, τα ορυχεία και άλλα. Καθώς βρίσκονται σε συγκεκριμένες θέσεις, η ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί, να αναλυθεί και να ελεγχθεί πριν καταλήξουν στους υδάτινους αποδέκτες.

Οι μη σημειακές πηγές ρύπανσης είναι πηγές, που δε μπορούν να προσδιοριστούν σε ένα μοναδικό σημείο. Πρόκειται για ανθρώπινες δραστηριότητες, που παράγουν διάφορους ρύπους, όπως θρεπτικά στοιχεία, τοξικά υλικά, ιζήματα, μικροοργανισμούς, που κατανέμονται στα υδάτινα σώματα με τη βοήθεια των ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων. Η μη σημειακή ρύπανση περιλαμβάνει κυρίως τη ρύπανση από τη γεωργία μέσω της χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων και από την κτηνοτροφία (περιττώματα ζώων), αλλά και τη ρύπανση, που προκαλείται από την απόρριψη των απορριμμάτων στους χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων (ΧΑΔΑ), τις χωματερές, καθώς και τα αστικά υγρά απόβλητα από οικισμούς, που δεν εξυπηρετούνται από δίκτυα αποχέτευσης και κεντρικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Η ρύπανση από μη σημειακές πηγές είναι δύσκολο να αντιμετωπιστεί (Σαμαντζή κα., 2012).

Η νομοθεσία καθορίζει τα ανώτατα επιτρεπτά όρια για την απόρριψη σημειακών ρυπαντικών φορτίων (91/271/EEC) και για τα μη σημειακά (91/676/EEC).

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα αναλυθούν τα ρυπαντικά φορτία της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού στη Θεσσαλία, που προέρχονται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία και γενικά είναι δύσκολος ο προσδιορισμός τους. Η ρύπανση αυτή οφείλεται κυρίως στην παρουσία ενώσεων του αζώτου και του φωσφόρου. Οι συγκεντρώσεις του ολικού αζώτου και φωσφόρου κατά μήκος του ποταμού επηρεάζονται από τις εκροές των ανάντη υπολεκανών, οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά ανάλογα με τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις, την ένταση της κτηνοτροφίας και την συμβολή των οικισμών.

Στη θεσσαλική πεδιάδα το άζωτο, που προέρχεται από τις γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες αποτελεί περίπου το 64% του συνολικού φορτίου. Σημειακές πηγές αζώτου είναι η σταβλισμένη κτηνοτροφία (29%) και τα αστικά λύματα (6%). Η σταβλισμένη κτηνοτροφία συμμετέχει στην παραγωγή φωσφόρου κατά 61%, τα αστικά λύματα κατά 19%, ενώ οι γεωργικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες κατά 18% (Καλλιόγλου, 2010).

Η γεωργία και η κτηνοτροφία είναι από τις κύριες ασχολίες του ανθρώπου, καθώς του προσφέρουν τα βασικά για τη διαβίωσή του, επηρεάζοντας την καθημερινή του ζωή και διαμορφώνοντας το περιβάλλον γύρω του. Με την πάροδο του χρόνου οι δύο αυτές ασχολίες έχουν εξελιχθεί και παρέχουν στον άνθρωπο πολλά προϊόντα απαραίτητα για την καθημερινότητά του. Η χρήση λιπασμάτων, γεωργικών μηχανημάτων, αρδευτικών συστημάτων, καθώς και οι μέθοδοι εκτροφής ζώων έχουν συμβάλει στη βελτίωση των συνθηκών στη γεωργία και την κτηνοτροφία. Ταυτόχρονα όμως, έχουν δημιουργήσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα στον Πηνειό, που είναι ο κύριος υδάτινος αποδέκτης της Θεσσαλίας, κυρίως λόγω της μαζικής χρήσης λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων και άλλων χημικών, έχοντας εγκαταλείψει τις παραδοσιακές μεθόδους καλλιέργειας και εκτροφής ζώων. Στον ποταμό καταλήγουν θρεπτικά συστατικά, όπως το άζωτο και ο φώσφορος σε ποσοστά 64% και 18% αντίστοιχα επί των συνολικά παραγόμενων φορτίων αζώτου και φωσφόρου (Πολύζος κα., 2006).

5.1.1 - Γεωργία

Η Θεσσαλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός αγροτικών προϊόντων της χώρας. Παράγει σταφύλια, βαμβάκι, ελιές, φρούτα, κηπευτικά και πολλά άλλα προϊόντα. Οι αγρότες εφαρμόζουν λίπανση για να αυξήσουν την αγροτική παραγωγή. Σύμφωνα με τις βασικές αρχές ορθολογισμένης λίπανσης, απαιτείται αρχικά ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία. Ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους επιλέγεται η κατάλληλη λίπανση για κάθε καλλιέργεια.

Τα βασικά λιπάσματα, που ενσωματώνονται στο έδαφος, είναι κυρίως οι Φωσφορικές Αμμωνίες (20 - 10 - 0), (16 - 20 - 0) κλπ, η Θεϊκή Αμμωνία, το απλό Υπερφωσφορικό (0 - 20 - 0), το Θεϊκό Κάλιο, το Θεϊκό Καλιομαγνήσιο και τα Φωσφοροκαλιούχα, τα οποία, σύμφωνα με τον Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, χρησιμοποιούνται πριν τη σπορά ή τη φύτευση για τις ετήσιες καλλιέργειες και πριν την

έναρξη της ετήσιας βλάστησης για τις πολυετείς καλλιέργειες. Εφαρμόζονται μετά την εκβλάστηση ή κατά το σκάλισμα για τις αροτραίες καλλιέργειες και κατά την άνοιξη ή το καλοκαίρι για τις δενδρώδεις καλλιέργειες.

Οι Διευθύνσεις Αγροτικής Ανάπτυξης των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων παλιότερα ή των Αυτοδιοικητικών Περιφερειών σήμερα καθορίζουν το είδος του λιπάσματος, που πρέπει να εφαρμοστεί σε κάθε είδος καλλιέργειας, τις συνιστώμενες ποσότητες λιπασμάτων, καθώς και τον προτεινόμενο χρόνο λίπανσης.

Ωστόσο, η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων προκαλούν γεωργική ρύπανση, η οποία δεν είναι εύκολο να ελεγχθεί, γιατί οι πηγές της αναφέρονται σε μεγάλες εκτάσεις. Έχουν γίνει προσπάθειες για τον έλεγχο των μη σημειακών αυτών πηγών ρύπανσης, κυρίως λόγω της εποχικότητας και της πολλαπλότητας των πηγών προέλευσής τους.

Η λίπανση προκαλεί τα κύρια προβλήματα στον τομέα της γεωργίας. Όταν λιπαίνεται μια καλλιέργεια, ποσότητα του λιπάσματος απορρέει επιφανειακά ή κατεισδύει στο έδαφος και καταλήγει στο υπόγειο νερό. Τα λιπάσματα περιέχουν κυρίως ενώσεις του αζώτου, του φωσφόρου και του καλίου. Τα φωσφορικά και τα καλιούχα λιπάσματα προσροφώνται εύκολα από τους κόκκους του εδάφους και συνήθως δε δημιουργούν σοβαρά προβλήματα ρύπανσης (Καλλέργης, 2001). Συνεπώς, οι υδάτινοι αποδέκτες ρυπαίνονται από το φώσφορο κυρίως εξαιτίας της εντατικής κτηνοτροφικής δραστηριότητας (Στουρνάρας, 2007).

Τα αζωτούχα λιπάσματα προκαλούν τα μεγαλύτερα προβλήματα, καθώς είναι ευδιάλυτα στο νερό. Μετά την εφαρμογή τους, δεν απορροφάται όλη η ποσότητα των νιτρικών ιόντων από τα φυτά, είτε γιατί εφαρμόστηκε μεγάλη ποσότητα είτε γιατί η εφαρμογή δεν έγινε στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του φυτού, προκειμένου να μπορέσει να απορροφηθεί. Τα νιτρικά ιόντα, που δεν απορροφήθηκαν, γιατί απωθούνται από τα αρνητικά φορτία των σωματιδίων του εδάφους λόγω του αρνητικού τους φορτίου, είναι ευδιάλυτα στο νερό της άρδευσης ή της βροχής και ευκίνητα και τελικά καταλήγουν στους υδάτινους αποδέκτες. Η συγκέντρωση νιτρικών στα επιφανειακά νερά μπορεί να προκαλέσει ευτροφισμό και να καταστήσει τα νερά, που προορίζονται για πόση ή ψυχαγωγία, ακατάλληλα. Όταν τα νιτρικά ιόντα καταλήξουν στα υπόγεια ύδατα, προκαλούν ρύπανση αυτών. Αν αυτά τα νιτρικά ιόντα έχουν συγκέντρωση μεγαλύτερη από 50 mg/l, τότε το νερό αυτό είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση και πρόκειται για νιτρορύπανση. Η πιο συχνή ρυπαντική ουσία στο νερό είναι το άζωτο, που εμφανίζεται κυρίως με τη μορφή της νιτρικής ρίζας NO_3^- .

και λιγότερο σαν αμμώνιο NH_4^+ , αμμωνία NH_3 και νιτρώδη ρίζα NO_2^- (Καλλέργης, 2001).

Γενικά, οι αβαθείς υδροφόροι ορίζοντες ρυπαίνονται από νιτρικά ιόντα σε μεγαλύτερο βαθμό από τους βαθιούς υδροφόρους ορίζοντες. Το νερό, που έχει ρυπανθεί, κινείται μαζί με το υπόγειο νερό. Η ένταση της ρύπανσης του νερού με την πάροδο του χρόνου μειώνεται και τελικά καταλήγει σε κάποιο επιφανειακό υδάτινο σύστημα (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα).

Η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων στο υπόγειο νερό εξαρτάται από το δυναμικό έκπλυσης του αζώτου από τα αζωτούχα λιπάσματα, που χρησιμοποιούν οι αγρότες, από την ποσότητα των αζωτούχων λιπασμάτων, που χρησιμοποιούνται, το χρόνο λίπανσης, τη χρήση γης, τις επιστροφές του νερού άρδευσης και το είδος του εδάφους. Το άζωτο κατά τη λίπανση διεισδύει σε μεγαλύτερα βάθη το φθινόπωρο και την άνοιξη. Τα αζωτούχα λιπάσματα πρέπει να εφαρμόζονται κατά την ανάπτυξη των φυτών, ώστε η απορρόφηση από αυτά να είναι μέγιστη και να ελαχιστοποιείται η έκπλυση αυτών (Καλλέργης, 2001).

Η απορρύπανση των υπόγειων υδάτων είναι πολύ δύσκολη, αφού οι συγκεντρώσεις των νιτρικών στο νερό μπορούν να παραμείνουν στο νερό για πολλά χρόνια, ακόμα και όταν η πηγή ρύπανσης σταματήσει να ρυπαίνει. Επιπλέον, η αμμωνία, που παραμένει στο έδαφος, συνεισφέρει στη μείωση του pH, ενώ τα οξείδια του αζώτου, που εκλύονται κατά την εφαρμογή των αζωτούχων λιπασμάτων, συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

5.1.2 - Κτηνοτροφία

Η κτηνοτροφία συμβάλλει στη ρύπανση των υδάτων μέσω των κτηνοτροφικών απόβλητων, τα οποία διακρίνονται σε απόβλητα αιγοπροβατοστασίων, πτηνοτροφείων, βουστασίων, χοιροστασίων, κονικλοτροφείων και ιπποφορβείων, ανάλογα με το είδος της κτηνοτροφικής μονάδας (Στυλιανάκης, 2008).

Τα ρυπαντικά φορτία, που προκύπτουν από την κτηνοτροφία, είναι πιθανό να ποικίλουν έντονα, ακόμα και μεταξύ ομοειδών μονάδων στην ίδια περιοχή, λόγω των διαφορετικών πρακτικών, που εφαρμόζουν οι κτηνοτροφικές μονάδες. Οι πιθανές αιτίες, που έχουν να κάνουν με την ποσότητα των θρεπτικών, που εκκρίνονται από τα ζώα, πριν αυτές καταλήξουν στα επιφανειακά υδάτινα σώματα, είναι οι εξής (Καλιακάτσος κα., 2006):

- *Διαφορές μεταξύ των ζώων:* Αφορούν διαφορές στο βάρος ή την παραγωγικότητα μεταξύ ζώων του ίδιου είδους, καθώς η απαραίτητη τροφή αποτελεί συνάρτηση τόσο του μεταβολικού βάρους (για τη συντήρηση του ζώου) όσο και της παραγωγικότητας (π.χ. παραγόμενο γάλα).
- *Διατροφικές διαφορές:* Το περιεχόμενο σε N των ζωοτροφών ενδέχεται να κυμαίνεται ευρέως λόγω της φύσης της καλλιέργειας και το επιπέδου λίπανσης.
- *Συνθήκες σταβλισμού και αποθήκευσης:* Οι διαφορετικοί ρυθμοί απώλειας αμμωνίας μεταξύ της στιγμής έκκρισης του αζώτου και της στιγμής απόθεσης της κοπριάς στο έδαφος εξηγεί κατά ένα μέρος τη διακύμανση του περιεχόμενου αζώτου.
- *Συνδυασμένη επίδραση:* Ο συνδυασμός των προηγούμενων παραγόντων μπορεί να οδηγήσει σε μια ακόμη μεγαλύτερη διακύμανση του αζώτου στην κοπριά.

Από τη στιγμή, που η κοπριά αποτεθεί στο έδαφος, οι απώλειες θρεπτικών, οι οποίες τελικά καταλήγουν στα επιφανειακά υδάτινα σώματα, ακολουθούν τις ίδιες διαδρομές και εξαρτώνται από τους ίδιους παράγοντες, από τους οποίους επηρεάζονται οι απώλειες θρεπτικών από τις χρήσεις γης. Αυτό σημαίνει πως πρέπει να είναι ξεκάθαρη η συμμετοχή ή μη κτηνοτροφικών φορτίων στους συντελεστές εξαγωγής, που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες χρήσεις γης, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος υπερεκτίμησης των ρυπαντικών φορτίων.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το ημερήσιο παραγόμενο φορτίο σε BOD, TN και TP ανά κεφαλή ζώου.

Είδος ζώου	Ζωντανό Βάρος (kg)	BOD kg/κεφαλή/Μέρα	TN kg/κεφαλή/Μέρα	TP kg/κεφαλή/Μέρα
Βοοειδή	450,00	1.50	0.45	0.05
Χοίροι	80,00	1.00	0.48	0.14
Αιγοπρόβατα	60,00	1.67	0.41	0.07
Πουλερικά	3,00	1.53	0.33	0.22

Πίνακας 5.1: Ημερήσιο παραγόμενο φορτίο ανά κεφαλή ζώου
(Andreadakis et al, 2006).

Η παραγωγή του ρυπαντικού φορτίου είναι περισσότερο συγκεντρωμένη κοντά ή μέσα στη φάρμα. Η τυπική πρακτική διαχείρισης περιλαμβάνει διαχωρισμό των στερεών με τη χρήση κατάλληλων μηχανικών διαχωριστών. Το υγρό κλάσμα είτε εξατμίζεται είτε χρησιμοποιείται για άρδευση σε κοντινή καλλιέργεια. Το στερεό κλάσμα απλώνεται στην επιφάνεια της κτηνοτροφικής μονάδας. Συνεπώς, το φορτίο, που σχετίζεται με το στερεό κλάσμα διαχέεται καλύπτοντας την ευρύτερη περιοχή της φάρμας. Το υγρό κλάσμα συνήθως καταλήγει σε κάποιο κοντινό υγρό αποδέκτη με τις επιπτώσεις να μένουν εκεί και μια εκθετική μείωση της ρύπανσης με την απόσταση (Andreadakis et al, 2006).

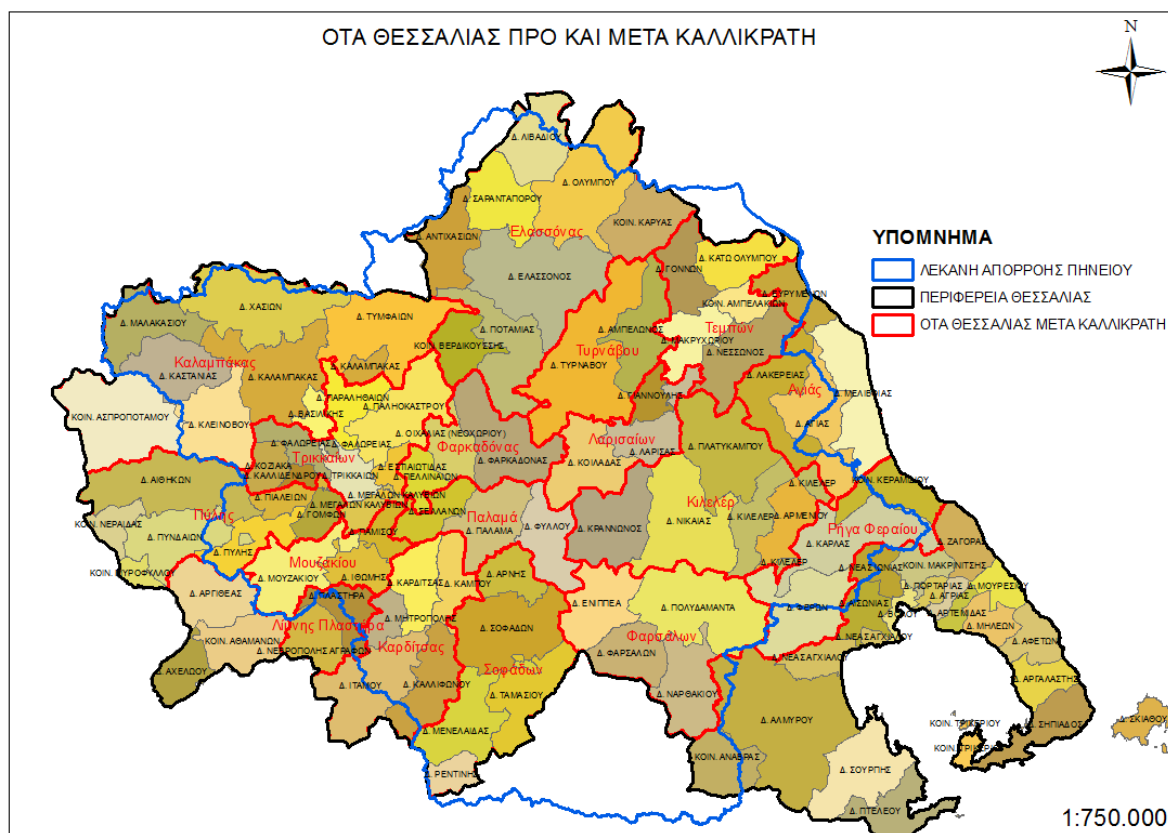
Παρά το γεγονός ότι η απορροή από ευαίσθητες κτηνοτροφικές μονάδες είναι ιδιαίτερα εμπλουτισμένη σε θρεπτικά και επηρεάζεται από τα βιοφυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους, αυτά τα «θερμά σημεία» καλύπτουν μικρές περιοχές γης και καταλήγουν σε μικρές λίμνες. Συνεπώς το μεγαλύτερο ποσοστό απωλειών αζώτου και φωσφόρου προέρχεται από καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

5.2 - Υλικά και Μέθοδοι

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια προσδιορισμού των φορτίων αζώτου και φωσφόρου, που προέρχονται από τις μη σημειακές πηγές ρύπανσης της γεωργίας και της κτηνοτροφίας. Στη θεσσαλική πεδιάδα καλλιεργούνται διάφορα είδη και εκτρέφονται πολλά ζώα. Συνεπώς, ο προσδιορισμός των ρυπαντικών φορτίων από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού, που είναι ο κύριος αποδέκτης των φορτίων αυτών, είναι μεγάλης σημασίας και μπορεί να συμβάλλει στην προσπάθεια αντιμετώπισης της μη σημειακής ρύπανσης. Τα φορτία αζώτου και φωσφόρου προσδιορίστηκαν ανά δημοτικό διαμέρισμα.

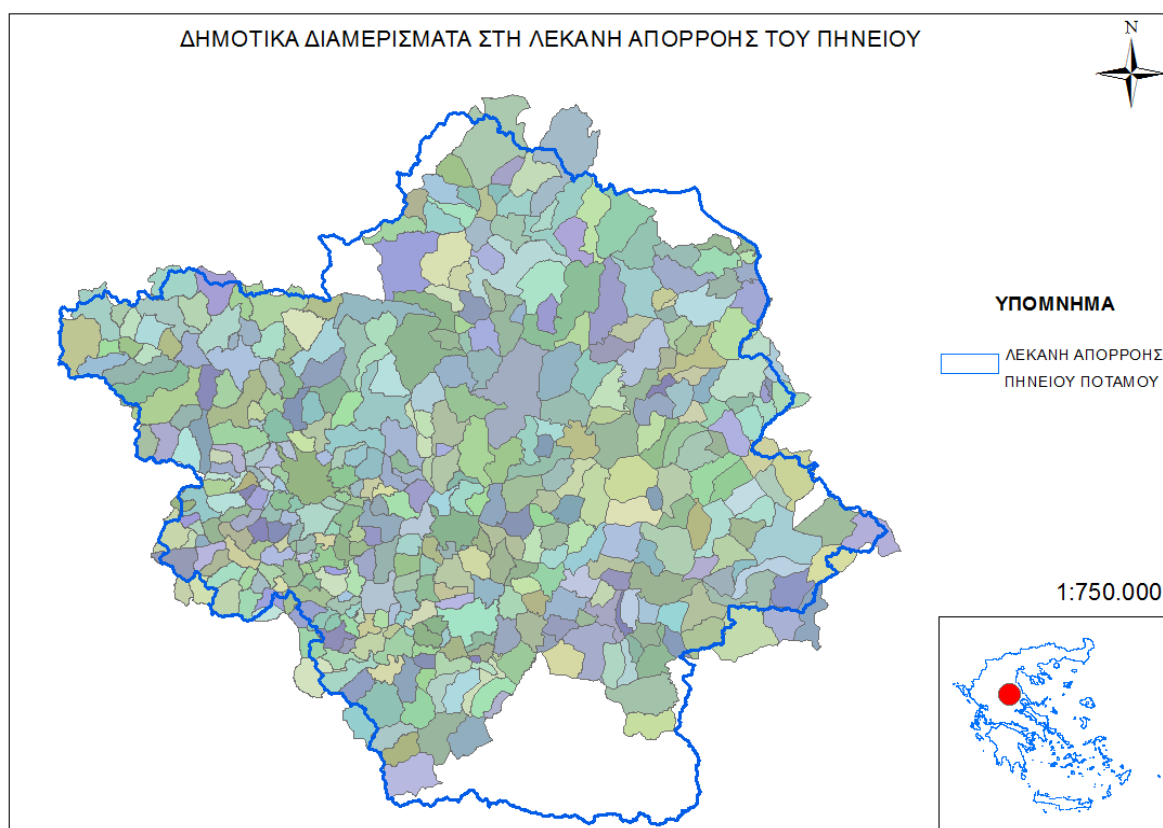
Η απεικόνιση έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος ArcGis (ArcMap) της ESRI. Το πρόγραμμα αυτό δημιουργεί, αναλύει, διαχειρίζεται και καταγράφει γεωγραφικές πληροφορίες. Με τη βοήθειά του μπορούν να δημιουργηθούν χάρτες και να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της εργασίας.

Στον παρακάτω χάρτη φαίνονται οι Οργανισμοί Τοπικοί Αυτοδιοίκησης της Περιφέρειας Θεσσαλίας πριν και μετά την εφαρμογή του Προγράμματος «Καλλικράτης». Δε λήφθηκαν υπόψη οι ΟΤΑ, που ανήκουν σε άλλες Περιφέρειες.



Χάρτης 5.1: ΟΤΑ Θεσσαλίας προ και μετά Καλλικράτη (ιδία επεξεργασία).

Ακολουθεί χάρτης των δημοτικών διαμερισμάτων της περιοχής της λεκάνης απορροής του Πηνειού.



Χάρτης 5.2: Δημοτικά διαμερίσματα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού
(ιδία επεξεργασία).

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας αρχικά συγκεντρώθηκαν στοιχεία σχετικά με το είδος και την έκταση κάθε καλλιέργειας και το είδος και τον αριθμό των ζώων, που βρίσκονται και εκτρέφονται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού. Η καταγραφή έγινε ανά δημοτικό διαμέρισμα. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν από τα αρχεία, που διατηρούν οι Ενώσεις Αγροτικών Συνεταιρισμών (Ε.Α.Σ.) της περιοχής μελέτης από τις ετήσιες δηλώσεις των αγροτών και των κτηνοτρόφων και συγκεκριμένα η Ε.Α.Σ. Βόλου, η Ε.Α.Σ. Καρδίτσας, η Ε.Α.Σ. Λάρισας, Τυρνάβου και Αγιάς, η Ε.Α.Σ. Φαρσάλων, η Ε.Α.Σ. Ελασσόνας, η Ε.Α.Σ. Τρικάλων και η Ε.Α.Σ. Καλαμπάκας. Τα στοιχεία, που συγκεντρώθηκαν, αφορούν στο έτος 2011. Η συγκέντρωση των στοιχείων αυτών έγινε με επιτόπιες επισκέψεις στις παραπάνω Ενώσεις. Σε κάποιες περιπτώσεις ήταν δύσκολη η λήψη των στοιχείων λόγω απροθυμίας των στελεχών για συνεργασία και συμβολή στην έρευνα. Στην πορεία όμως τα όποια προβλήματα εξαλείφθηκαν και η εργασία προχώρησε κανονικά.

Το είδος και η έκταση των καλλιεργειών, όπως και το είδος και ο αριθμός των ζώων, δόθηκαν σε πίνακες, όπου ήταν καταγεγραμμένα ανά δημοτικό διαμέρισμα ανά Ένωση. Τα στοιχεία ομαδοποιήθηκαν, επεξεργάστηκαν και συγκεντρώθηκαν σε νέους πίνακες. Προέκυψαν τελικά τα πλεονάζοντα φορτία αζώτου και φωσφόρου ανά δημοτικό διαμέρισμα της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού.

Τα αποτελέσματα στη συνέχεια απεικονίστηκαν σε χάρτες, όπου φαίνεται η κατανομή των φορτίων των θρεπτικών στοιχείων ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη.

5.2.1 - Υπολογισμός φορτίων από τη γεωργία

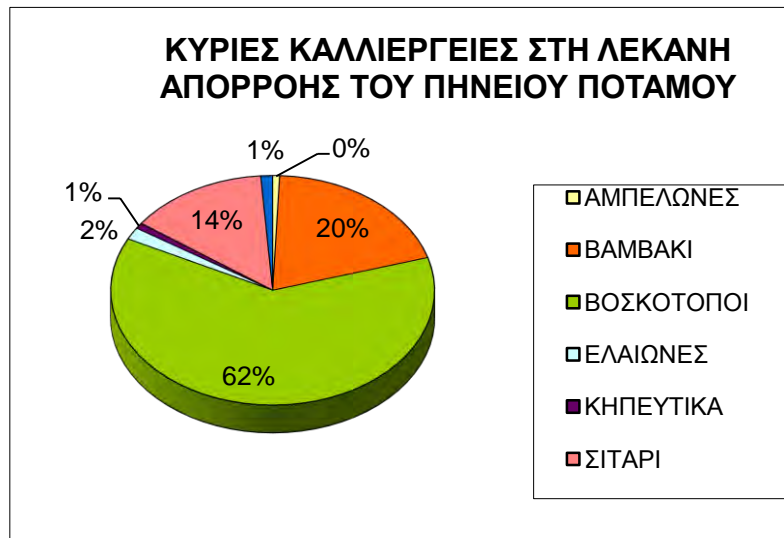
Σύμφωνα με τα συγκεντρωμένα στοιχεία, οι κυριότερες καλλιέργειες της λεκάνης απορροής του Πηνειού είναι τα αμπέλια, το βαμβάκι, οι βοσκότοποι, οι ελιές, τα κηπευτικά, οι δενδρώδεις καλλιέργειες, όπως τα ροδάκινα, τα αχλάδια, τα δαμάσκηνα, ο αραβόσιτος και άλλα. Πρέπει να αναφερθεί ότι ως βοσκότοπος σύμφωνα με το Ν. 1734/1987 θεωρείται η έκταση, στην οποία αναπτύσσεται βλάστηση ποώδης ή ξυλώδης με θαμνώδη μορφή ή και μικτή, η κύρια παραγωγή της οποίας αποτελεί τροφή για μεγάλα ή μικρά ποιμενικά, οικόσιτα και άγρια ζώα, έστω κι αν υπάρχουν στις διάσπαρτες συδενδρίες ή μικρές λόχμες δασικών δέντρων. Ο βοσκότοπος μπορεί να ανήκει σε έναν ή περισσότερους ιδιοκτήτες. Επιπλέον, οι δενδρώδεις καλλιέργειες περιλαμβάνουν τις μηλιές, τις ροδακινιές, τις αχλαδιές, τις βερικοκιές και άλλες παρόμοιες καλλιέργειες.

Στη λεκάνη απορροής του Πηνειού και μέσα στα όρια της Περιφέρειας Θεσσαλίας (δε λήφθηκαν στοιχεία από άλλες Περιφέρειες) καλλιεργούνται κυρίως τα παρακάτω:

Κύριες καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής του Πηνειού σε στρέμματα	
Αμπελώνες	8.135,17
Βαμβάκι	231.895,43
Βοσκότοποι	729.539,74
Ελαιώνες	20.096,59
Κηπευτικά	9.635,78
Σιτάρι	16.3682,70
Δενδρώδεις καλλιέργειες	13.873,66

Πίνακας 5.2: Κύριες καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού.

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται σχηματικά η κατανομή των καλλιεργειών στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.



Γράφημα 5.1: Κατανομή καλλιεργειών στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Στο παράρτημα είναι καταγεγραμμένη η έκταση κάθε καλλιέργειας σε στρέμματα ανά δημοτικό διαμέρισμα της περιοχής της λεκάνης απορροής του Πηνειού.

Για την αύξηση και τη βελτίωση της παραγωγής τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται μεγάλες ποσότητες λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Η λίπανση είναι απαραίτητη για την αύξηση και ανάπτυξη των καλλιεργειών. Χρησιμοποιούνται κυρίως θρεπτικά στοιχεία, όπως το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, ενώ χαλκός και σίδηρος χρησιμοποιούνται σε μικρότερες ποσότητες. Το Υπουργείο Γεωργίας έχει ορίσει τις προτεινόμενες ποσότητες λίπανσης για κάθε καλλιέργεια, που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Ωστόσο, οι αγρότες καταναλώνουν μεγαλύτερες ποσότητες, αγνοώντας εις υποδείξεις του Υπουργείου και έτσι δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα (Ανδριανάκη, 2007).

Κατηγορία λιπάσματος	Είδος λίπανσης	Είδος καλλιέργειας	Προτεινόμενες ποσότητες
Αζωτούχα	Θεική Αμμωνία (21-0-0) Νιτρική Αμμωνία (33,5-0-0)	Εσπεριδοειδή Ελιές Κηπευτικά Μηδική Αμπέλια	1-2 kg/στρέμμα 2-4 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα
Φωσφορούχα	Φωσφορική Αμμωνία (16-20-0) ή (20-10-0)	Εσπεριδοειδή Ελιές Κηπευτικά Μηδική Αμπέλια	1-2 kg/στρέμμα 2-4 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα 60-80 kg/στρέμμα
Καλιούχα	Πάτεν Κάλι 30 K ₂ O -10 MgO -20 S	Εσπεριδοειδή Ελιές Κηπευτικά Μηδική Αμπέλια	1-2 kg/στρέμμα 2-4 kg/στρέμμα 60-100 kg/στρέμμα 60-100 kg/στρέμμα 60-100 kg/στρέμμα
Σύνθετα	11-15-15 28-8-11+Zn	Εσπεριδοειδή Ελιές Κηπευτικά Μηδική Αμπέλια	2-4 kg/στρέμμα 2-4 kg/στρέμμα 80-100 kg/στρέμμα 80-100 kg/στρέμμα 80-100 kg/στρέμμα

Πίνακας 5.3: Προτεινόμενες ποσότητες λίπανσης ανά καλλιέργεια σε κιλά ανά στρέμμα (Ανδριανάκη, 2007).

Γίνεται αντιληπτό ότι ο υπολογισμός της ποσότητας των λιπασμάτων, που χρησιμοποιείται σε κάθε καλλιέργεια, είναι εξαιρετικά δύσκολος.

Για τον υπολογισμό των συνολικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου, που προέρχονται από τη λίπανση των καλλιεργειών, αρχικά πολλαπλασιάστηκε ο αριθμός των στρεμμάτων κάθε καλλιέργειας με την προτεινόμενη από το Υπουργείο ποσότητα λιπάσματος σε κιλά ανά στρέμμα για κάθε χρόνο. Θεωρείται ότι σε κάθε καλλιέργεια

εφαρμόζονται όλοι οι τύποι λιπασμάτων και ότι εφαρμόζεται η μεγαλύτερη προτεινόμενη ποσότητα. Επιπλέον, ειδικά για τις δενδρώδεις καλλιέργειες θεωρήθηκε ότι σε ένα στρέμμα καλλιέργειας υπάρχουν περίπου 35 δένδρα.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ποσότητα λίπανσης ανά καλλιέργεια, που χρησιμοποιήθηκε για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας.

Λίπανση	Αμπέλια	Βαμβάκι	Βοσκότοποι	Ελιές	Κηπευτικά	Σιτάρι	Δένδρα
Kg/στρέμμα (Αζωτο)	80	12	80	140	80	16	70
Kg/στρέμμα (Φώσφορος)	80	6	80	140	80	4	70

Πίνακας 5.4: Ποσότητα λίπανσης ανά καλλιέργεια, που χρησιμοποιήθηκε σε κιλά ανά στρέμμα.

Με τον τρόπο αυτό, προέκυψαν οι ποσότητες αζώτου και φωσφόρου σε κιλά ανά χρόνο πριν γίνει η πρόσληψη από τα φυτά, τα οποία στη συνέχεια μετατράπηκαν σε τόνους ανά χρόνο.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν τα φορτία αζώτου και φωσφόρου, τα οποία τελικά δεν απορροφούνται από τα φυτά και απορρέουν στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό συμβαίνει, αφού τα φυτά προσλαμβάνουν ένα ποσοστό από τα συνολικά φορτία, που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες, ενώ το υπόλοιπο οδηγείται στο έδαφος και χάνεται. Η ποσότητα αζώτου και φωσφόρου, που χάνεται στο έδαφος εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις, την άρδευση, την κλίση εδάφους, τη σύσταση εδάφους, την ικανότητα διήθησης, το βαθμό φυτοκάλυψης καθώς και από το σύστημα διαχείρισης καλλιεργειών. Τα φορτία, που δεν απορροφώνται από τα φυτά, τελικά καταλήγουν στους επιφανειακούς υδάτινους αποδέκτες (Ανδριανάκη, 2007). Στην περιοχή μελέτης τα πλεονάζοντα φορτία καταλήγουν στον Πηνειό ποταμό, που είναι ο κύριος υδατικός αποδέκτης της λεκάνης απορροής του, όπως έχει προαναφερθεί.

Για να υπολογιστούν τα συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου λήφθηκαν υπόψη τα εξής (Ανδριανάκη, 2007):

- Η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών στους αμπελώνες είναι 40%, καθώς η λίπανση των αμπελιών γίνεται κατά τους μήνες Ιανουάριο – Απρίλιο.
- Η πρόσληψη των θρεπτικών συστατικών στις ελιές είναι 90%, στις δενδρώδεις καλλιέργειες τα θρεπτικά συστατικά απορροφώνται κατά 50%, όπως και στο βαμβάκι, ενώ για τα κηπευτικά η πρόσληψη αντιστοιχεί στο 60%.

Οι συντελεστές απορρόφησης και πλεονάσματος για το άζωτο και το φώσφορο φαίνονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα. Για τους σκοπούς της εργασίας, δηλαδή για τον προσδιορισμό των φορτίων, που πλεονάζουν και κατ' επέκταση ρυπαίνουν τον Πηνειό, χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές οι σχετικοί με το πλεόνασμα των φορτίων, που στον πίνακα φαίνονται με κόκκινο χρώμα.

	Αμπέλια	Βαμβάκι	Βοσκότοποι	Ελιές	Κηπευτικά	Σιτάρι	Δένδρα
Απορρόφηση N (%)	0,4	0,5	0,9	0,9	0,6	0,4	0,5
Πλεόνασμα N (%)	0,6	0,5	0,1	0,1	0,4	0,6	0,5
Απορρόφηση P (%)	0,4	0,5	0,9	0,9	0,6	0,4	0,5
Πλεόνασμα P(%)	0,6	0,5	0,1	0,1	0,4	0,6	0,5

Πίνακας 5.5: Συντελεστές απορρόφησης και πλεονάσματος ανά καλλιέργεια (%).

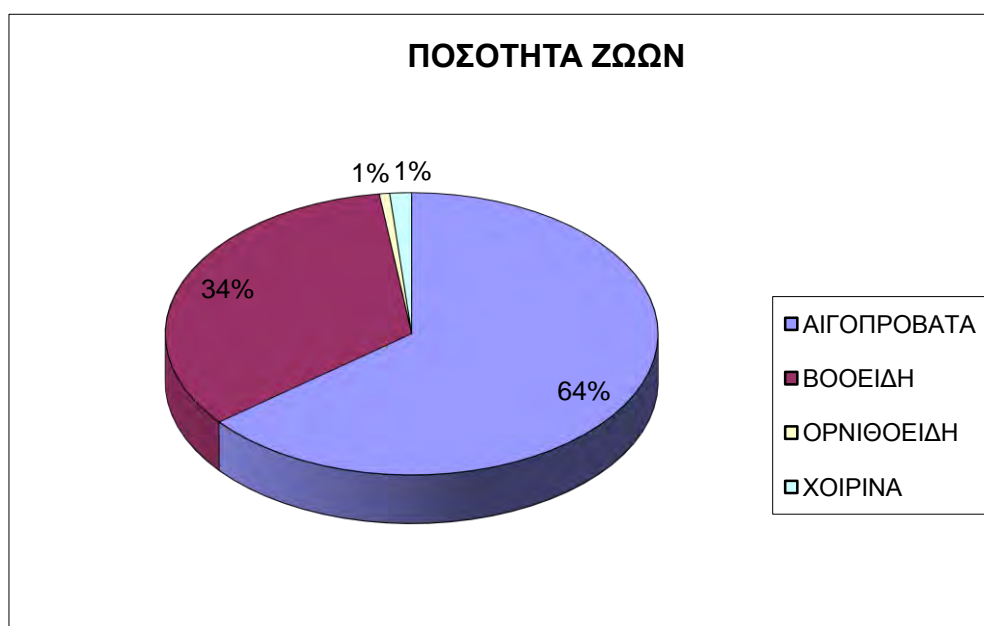
5.2.2 - Υπολογισμός φορτίων από την κτηνοτροφία

Στη λεκάνη απορροής του Πηνειού εκτρέφονται κυρίως αιγοπρόβατα, βοοειδή, ορνιθοειδή και χοιρινά, σύμφωνα με τα στοιχεία, που συγκεντρώθηκαν. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται συνολικά το είδος και ο αριθμός των ζώων, που εκτρέφονται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού.

Εκτρεφόμενα ζώα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού	
Αιγοπρόβατα	828.826
Βοοειδή	434.018
Ορνιθοειδή	8.759
Χοιρινά	18.418

Πίνακας 5.6: Αριθμός και είδος των εκτρεφόμενων ζώων στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται σχηματικά η κατανομή των ζώων στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.



Γράφημα 5.2: Κατανομή ζώων στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Το είδος και ο αριθμός των ζώων, που εκτρέφονται ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού, φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα.

Τα ζώα αυτά είναι ελεύθερας βοσκής. Πρέπει να αναφερθεί ότι ο αριθμός των ορνιθοειδών (πουλερικά) δεν είναι ο πραγματικός, καθώς πολλοί δε δηλώνουν στις

αγροτικές ενώσεις τον ακριβή αριθμό των ορνιθοειδών, που εκτρέφουν και για το λόγο αυτό ο αριθμός είναι σχετικά μικρός.

Για να υπολογιστούν τα φορτία αζώτου και φωσφόρου ανά δημοτικό διαμέρισμα, που προέρχονται από την κτηνοτροφία, πολλαπλασιάστηκε ο αριθμός των ζώων με το σωματικό βάρος και τα χαρακτηριστικά των αποβλήτων. Ο υπολογισμός έγινε σε κιλά ανά χρόνο ανά τόνο σωματικού βάρους. Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται το σωματικό βάρος των ζώων και τα χαρακτηριστικά των ζωικών αποβλήτων (Ανδριανάκη, 2007).

Ζώο	Μέσο Σωματικό βάρος (kg)
Βοοειδή	450
Αιγοπρόβατα	40
Χοίρος	90
Πουλερικό	1,8

Πίνακας 5.7: Βάρος ζώων σε κιλά.

Χαρακτηριστικά ζωικών αποβλήτων (kg/day/tn σωματικού βάρους)		Χαρακτηριστικά ζωικών αποβλήτων (kg/year/tn σωματικού βάρους)	
Αζωτο (N)	Φώσφορος (P)	Αζωτο (N)	Φώσφορος (P)
0,55	0,035	200,75	12,775
0,43	0,066	156,95	24,09
0,39	0,075	142,35	27,375
0,99	0,34	361,35	124,1

Πίνακας 5.8: Ζωικά απόβλητα σε κιλά ανά μέρα ανά τόνο σωματικού βάρους και σε κιλά ανά έτος ανά τόνο σωματικού βάρους.

5.2.3 – Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού

Τα συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού, που προέκυψαν μετά τους υπολογισμούς, είναι μετρημένα σε τόνους ανά χρόνο, αντιστοιχούν στα φορτία, που πλεονάζουν και απορρέουν καταλήγοντας στον Πηνειό και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ			
Γεωργία		Κτηνοτροφία	
ΑΖΩΤΟ	ΦΩΣΦΟΡΟΣ	ΑΖΩΤΟ	ΦΩΣΦΟΡΟΣ
10.178,41	8.315,00	13.639,81	1.578,93

Πίνακας 5.9: Συνολικά φορτία αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία σε τόνους ανά χρόνο στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται σχηματικά η κατανομή των συνολικών φορτίων από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού.



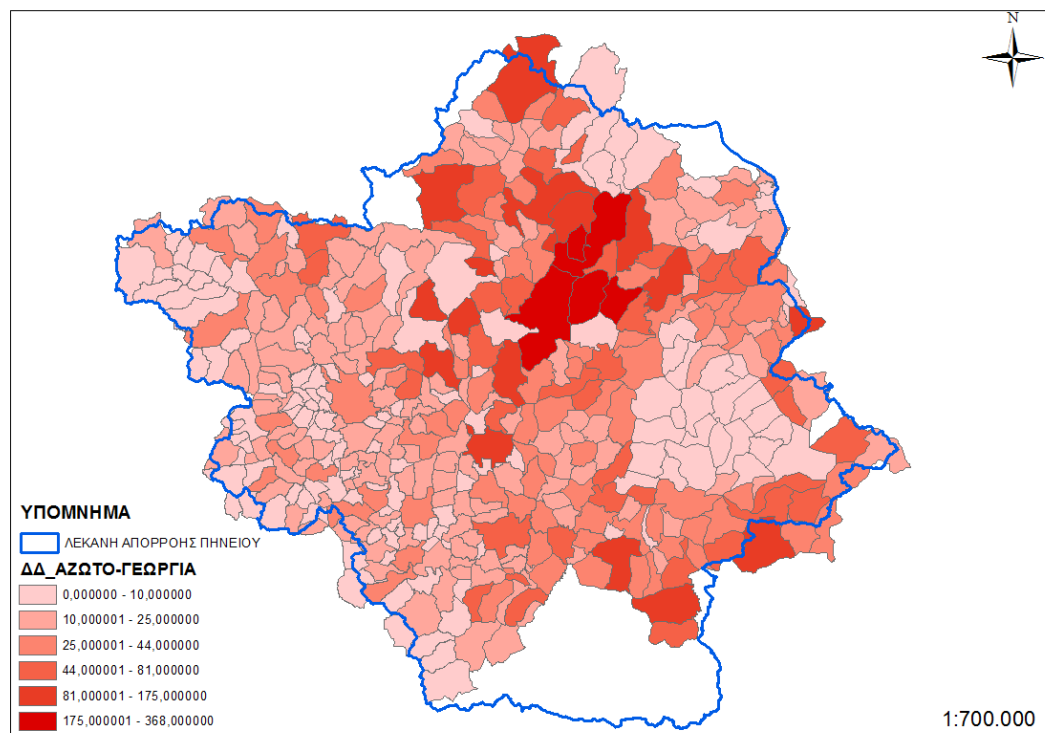
Γράφημα 5.3: Κατανομή φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Από το παραπάνω γράφημα, φαίνεται ότι τα φορτία αζώτου, που προέρχονται από την κτηνοτροφία, συνεισφέρουν περισσότερο στη ρύπανση της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού και ακολουθούν τα φορτία αζώτου από τη γεωργία (40% και 30% αντίστοιχα). Αντίθετα, η γεωργία συνεισφέρει περισσότερο στη ρύπανση της λεκάνης όσον αφορά τα φορτία φωσφόρου σε σχέση με την κτηνοτροφία (25% και 5% αντίστοιχα).

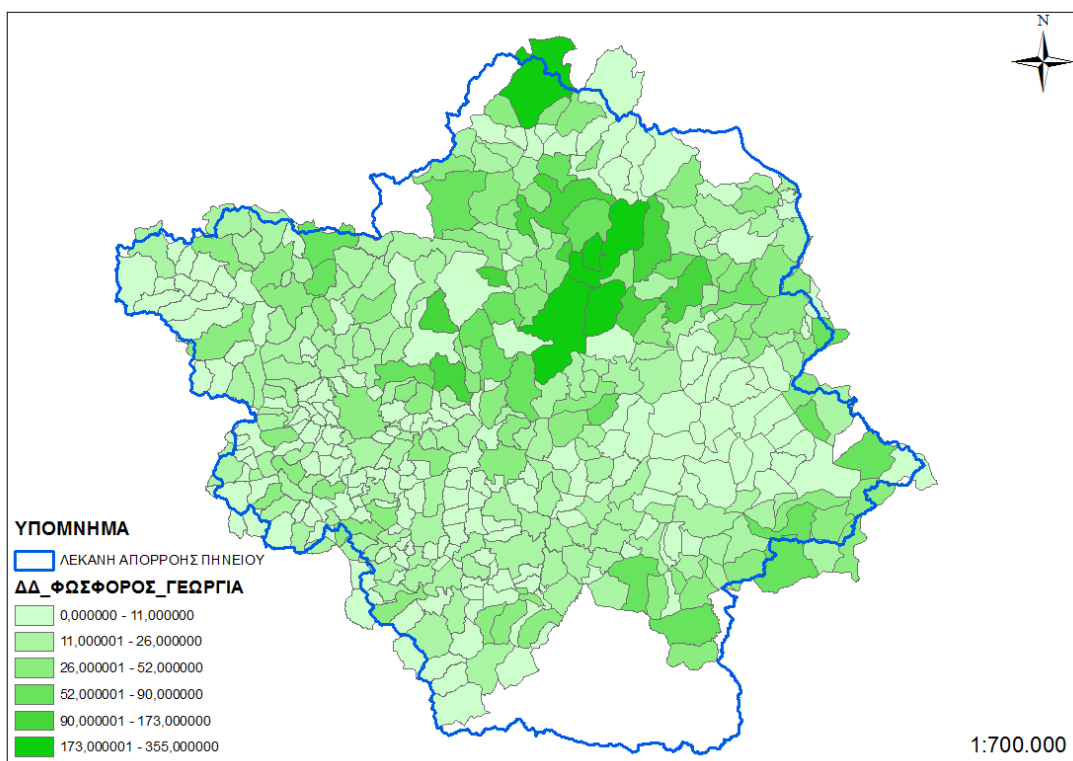
Στο Παράρτημα φαίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

5.2.4 - Κατανομή φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία ανά δημοτικό διαμέρισμα στη λεκάνη απορροής του Πηνειού

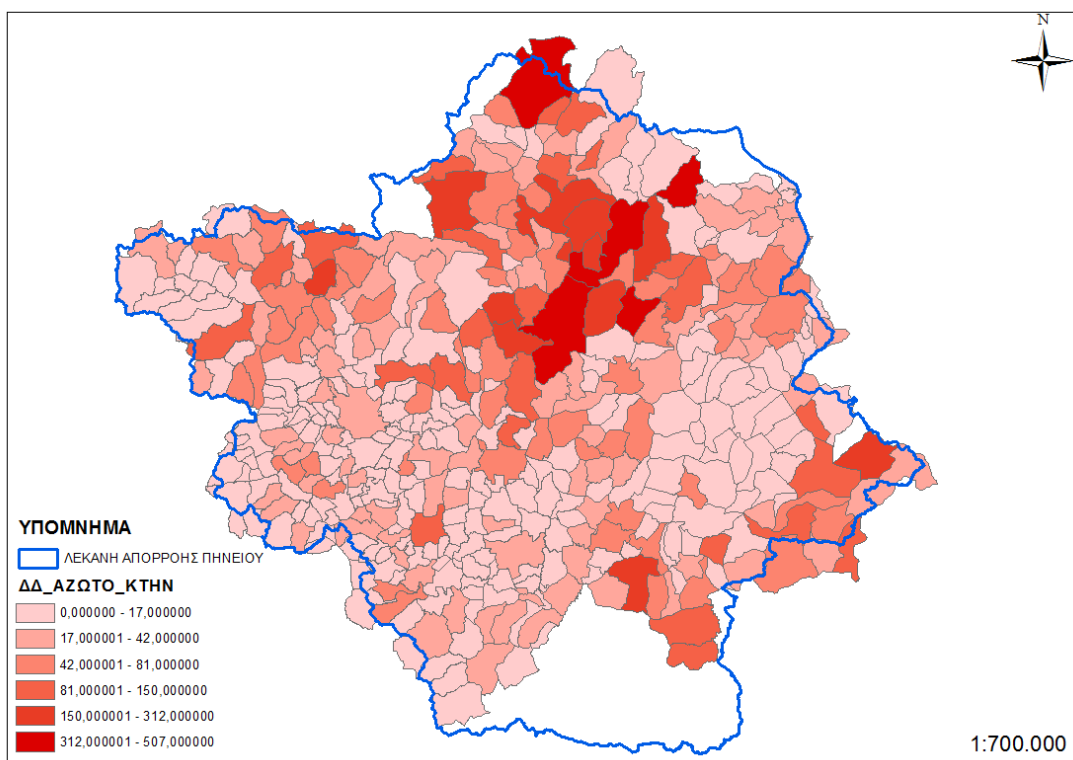
Με τη βοήθεια του προγράμματος ArcMap του ArcGIS, προέκυψαν χάρτες κατανομής ανά δημοτικό διαμέρισμα των φορτίων αζώτου και φωσφόρου από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, που πλεονάζουν, και προκαλούν τη μη σημειακή ρύπανση στον Πηνειό.



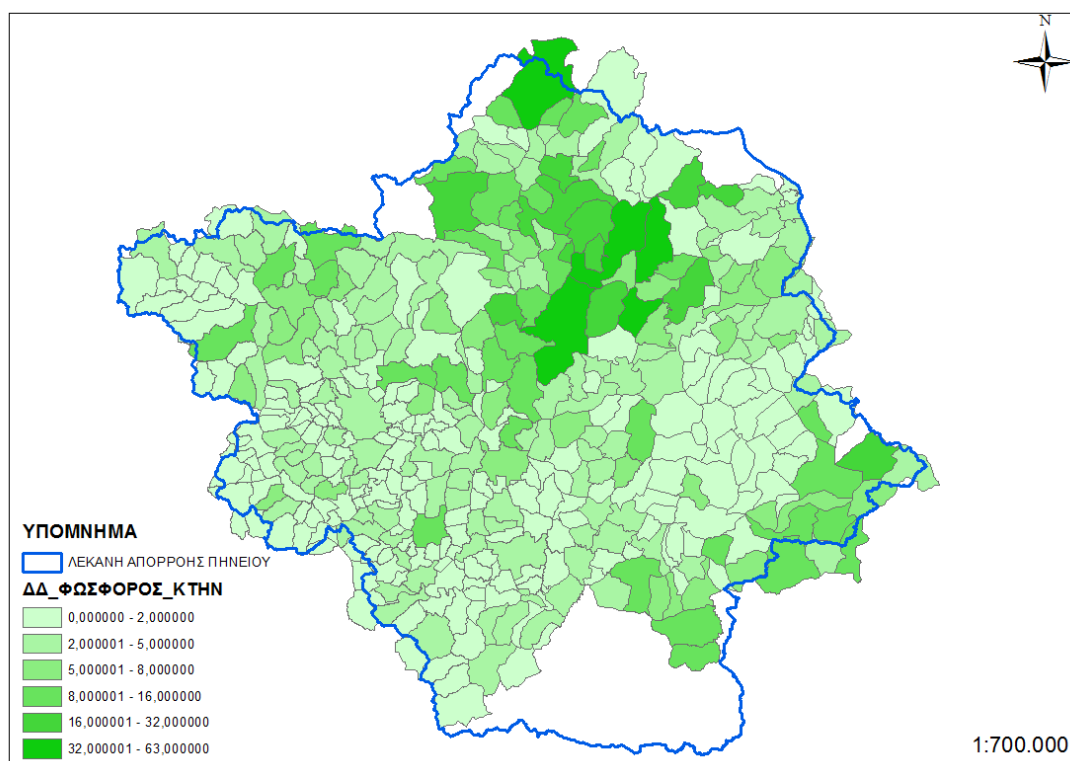
Χάρτης 5.3: Κατανομή φορτίων αζώτου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από τη γεωργία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.



Χάρτης 5.4: Κατανομή φορτίων φωσφόρου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από τη γεωργία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.



Χάρτης 5.5: Κατανομή φορτίων αζώτου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.



Χάρτης 5.6: Κατανομή φορτίων φωσφόρου σε τ/έτος ανά δημοτικό διαμέρισμα από την κτηνοτροφία στη λεκάνη απορροής του Πηνειού.

5.3 Αποτελέσματα και συζήτηση

Οι χάρτες παρουσιάζουν τα φορτία αζώτου και την κτηνοτροφία, που δεν απορροφώνται από τα φυτά και το έδαφος, πλεονάζουν και τελικά δέχεται η λεκάνη απορροής του Πηνειού.

Παρατηρώντας τους χάρτες, γίνεται αντιληπτό ότι μεγάλες τιμές φορτίων αζώτου και φωσφόρου συγκεντρώνονται σε ορισμένες περιοχές, προφανώς εξαιτίας του μεγάλου αριθμού καλλιεργειών, που καλλιεργούνται εκεί, καθώς και του μεγάλου αριθμού ζώων, που εκτρέφονται στις περιοχές αυτές. Γενικά φαίνεται ότι οι μεγαλύτερες τιμές ρυπαντικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου είναι συγκεντρωμένες κυρίως σε δημοτικά διαμερίσματα, που ανήκουν στο νομό Λάρισας. Τα δημοτικά διαμερίσματα Δαμασίου, Τυρνάβου, Αργυροπουλίου, Λιβαδίου Ελασσόνας εμφανίζουν μεγάλες τιμές ρυπαντικών φορτίων. Ο νομός είναι ένας σχετικά «πλούσιος» τόσο σε καλλιέργειες όσο και σε εκτρεφόμενα ζώα. Αντίθετα, τα δημοτικά διαμερίσματα, που περιλαμβάνονται στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού και ανήκουν στους

νομούς Καρδίτσας και Τρικάλων, δέχονται μικρότερα ρυπαντικά φορτία αζώτου και φωσφόρου, εξαιτίας των μικρότερων πιέσεων, που ασκούνται στην περιοχή. Οι καλλιέργειες είναι λιγότερες και ο αριθμός των εκτρεφόμενων ζώων μικρότερος, επίσης.

Πιο αναλυτικά:

Κατανομή φορτίων αζώτου προερχόμενα από τη γεωργία.

Οι μεγαλύτερες τιμές φορτίων αζώτου παρατηρούνται στο Δαμάσι (367,29 τ/έτος), στον Τύρναβο (283,15 τ/έτος), στο Αργυροπούλι (250,6 τ/έτος), στο Λιβάδι Ελασσόνας (173,76 τ/έτος), στον Αμπελώνα (175,9 τ/έτος), ενώ χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται στην Αγιά, τα Φάρσαλα, την Καλλιθέα Φαρσάλων, το Περίβλεπτο, τα Κανάλια, την Κρασιά Ελασσόνας, τον Παλαμά, το Ζάρκο και το Κουτσόχερο και άλλα.

Κατανομή φορτίων φωσφόρου προερχόμενα από τη γεωργία.

Ο φώσφορος, που προέρχεται από τη γεωργία, εμφανίζει υψηλές τιμές στο Δαμάσι (506,97 τ/έτος), στο Αργυροπούλι (472,4 τ/έτος), στο Λιβάδι (392,52 τ/έτος), στον Τύρναβο (228,24 τ/έτος) και ακολουθούν τα δημοτικά διαμερίσματα Κρασιά Ελασσόνας, Φάρσαλα, Καλλιθέα Φαρσάλων, Κανάλια, Περίβλεπτο, Βελεστίνο, Ασπροκκλησιά, Βλαχάβα, Οιχαλία (Νεοχώρι) και Αγρελιά και άλλα.

Κατανομή φορτίων αζώτου προερχόμενα από την κτηνοτροφία.

Οι τιμές του αζώτου, που προέρχεται από την κτηνοτροφία, που αντιστοιχούν σε υψηλά ρυπαντικά φορτία, παρατηρούνται στο Δαμάσι (354,6 τ/έτος), τον Τύρναβο (267,64 τ/έτος), το Αργυροπούλι (247,03 τ/έτος), το Λιβάδι (173,46 τ/έτος), τα Φάρσαλα (207,02 τ/έτος), τα Κανάλια (198,36 τ/έτος), το Μεγάλο Ελευθεροχώρι (180,22 τ/έτος) και τη Βλαχάβα. Ακολουθούν τα δημοτικά διαμερίσματα Γάβρος, Κλείνος, Παλαιόπυργος, Οιχαλία (Νεοχώρι), Καρδίτσα, Σέσκλο, Σκοπιά, Βελεστίνο, Στεφανοβίκειο, Καλαμακί, Κάτω Βασιλικά και άλλα.

Κατανομή φορτίων φωσφόρου προερχόμενα από την κτηνοτροφία.

Οι υψηλότερες τιμές ρυπαντικών φορτίων φωσφόρου προερχόμενου από την κτηνοτροφία παρατηρούνται στο Δαμάσι (62,17 τ/έτος), το Αργυροπούλι (50,19 τ/έτος), το Λιβάδι (54,61 τ/έτος), τον Τύρναβο (26,18 τ/έτος), την Κρασιά Ελασσόνας (25,97 τ/έτος), την Καλλιπεύκη (25,50 τ/έτος), την Κρασιά Ολύμπου (25,97 τ/έτος), τα Κανάλια (18,84 τ/έτος) και ακολουθούν τα δημοτικά διαμερίσματα Φάρσαλα, Καλλιθέα Φαρσάλων, Καλαμάκι, Άγιος Γεώργιος Φερών, Σέσκλο, Βελεστίνο, Κλείνος, Ασπροκκλησιά, Οιχαλία και άλλα.

Όπως προαναφέρθηκε, οι υψηλές τιμές ρυπαντικών φορτίων αζώτου και φωσφόρου οφείλονται στην αλόγιστη χρήση αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων στις καλλιέργειες και στην κακή διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων, τα οποία είναι πλούσια σε άζωτο και φώσφορο. Η μη σημειακή ρύπανση, που προέρχεται από τη γεωργία και την κτηνοτροφία, συμβάλλει σημαντικά στη ρύπανση του Πηνειού και των παραποτάμων του, προκαλώντας υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και του περιβάλλοντος γενικότερα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1 - Συμπεράσματα

Ο Πηνειός ποταμός διασχίζει από δυτικά προς ανατολικά τη θεσσαλική πεδιάδα και είναι ο κύριος υδάτινος αποδέκτης. Δέχεται σημαντικά ρυπαντικά φορτία από σημειακές (αστικά λύματα, βιομηχανικά απόβλητα) και μη σημειακές πηγές (γεωργία, κτηνοτροφία). Η ποσότητα και η ποιότητα των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων βρίσκονται σε κακή κατάσταση.

Ο Μιγκίρος (2012) αναρωτιέται «οι τοπικές κοινωνίες τι αναμένουν από τον Πηνειό και πώς τον χρησιμοποιούν;». Αυτές πρέπει να προσδιορίσουν άμεσα τι είναι ο Πηνειός:

1. Αρδευτικό και αποστραγγιστικό κανάλι;
2. Αποστραγγιστικός – αποχετευτικός ανοικτός αγωγός λυμάτων;
3. Υδρομεταφορέας στερεών κλπ. αποβλήτων και παράλληλα τοπικά ταμιευτήρας νερού άρδευσης, αμμορυχείο κλπ;

Τα παραπάνω αποτελούν ατυχείς χαρακτηρισμούς του Πηνειού ποταμού, που δύσκολα πλέον μπορεί να χαρακτηριστεί ως ποταμός, καθώς αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα, που αφορούν στην ποσότητα και την ποιότητα των υδάτων του. Κρίνεται λοιπόν, απαραίτητη η σωστή διαχείριση των υδάτων για την κάλυψη των σημερινών αναγκών, αλλά και για των μελλοντικών στα πλαίσια της αειφορίας.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε προσπάθεια προσδιορισμού της ρύπανσης από τις μη σημειακές πηγές και κυρίως τη γεωργία και την κτηνοτροφία. Τα θρεπτικά στοιχεία άζωτο και φώσφορος προκαλούν σημαντική ρύπανση στη λεκάνη απορροής του Πηνειού ποταμού. Ειδικά οι περιοχές του νομού Λάρισας, που ανήκουν στη λεκάνη απορροής του ποταμού, φαίνεται ότι ρυπαίνονται αρκετά σε σχέση με τις αντίστοιχες περιοχές των νομών Τρικάλων και Καρδίτσας. Πρέπει να αναφερθεί άλλη μία φορά ότι οι πιέσεις αυτές, που δέχεται ο Πηνειός στη λεκάνη απορροής του, οφείλονται από τη μία στους αγρότες και τη χρήση από αυτούς μεγάλων ποσοτήτων

αζωτούχων και φωσφορικών λιπασμάτων, καθώς και στους κτηνοτρόφους, οι οποίοι δε διαχειρίζονται κατάλληλα τα κτηνοτροφικά απόβλητα, με αποτέλεσμα η ρύπανση του Πηνειού από τα φορτία αζώτου και φωσφόρου να είναι εξίσου σημαντική.

6.2 - Προτάσεις

Ο Πηνειός διασχίζει τη Θεσσαλία και αποτελεί σημαντικό κομμάτι της ανάπτυξής της. Απαιτεί, συνεπώς, ιδιαίτερη μεταχείριση και προσπάθεια βελτίωσης της ποσοτικής και της ποιοτικής του κατάστασης προκειμένου να επιτευχθούν οι όροι της Οδηγίας 2000/60.

6.2.1 - Αντιμετώπιση των προβλημάτων ποσότητας των υδατικών πόρων

Το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας παρουσιάζει σημαντικό υδατικό έλλειμμα. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της Οδηγίας 2000/60, δηλαδή η επίτευξη «καλής οικολογικής κατάστασης» των υδάτων της λεκάνης του Πηνειού, πρέπει να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του υδατικού ελλείμματος στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της θεσσαλικής πεδιάδας.

Συνοπτικά, μέτρα για την προστασία των επιφανειακών και υπόγειων νερών από την υπεράντληση είναι τα παρακάτω (Καρυώτης, 2003, ΥΠΕΧΩΔΕ 2006, Μιγκίρος, 2012):

- Αποδοτική χρήση του αρδευτικού νερού.
- Εφαρμογή νέων μεθόδων άρδευσης και έργα περιορισμού των απωλειών στα δίκτυα άρδευσης.
- Μείωση των αρδευόμενων εκτάσεων.
- Κατασκευή εγγειοβελτιωτικών έργων (ταμιευτήρες, έργα διάθεσης νερού άρδευσης, αγροτική οδοποιία) στη λεκάνη απορροής του Πηνειού για την εκμετάλλευση των επιφανειακών υδάτων.
- Απαγόρευση ανόρυξης νέων γεωτρήσεων στα ευαίσθητα υδατικά συστήματα.
- Εφαρμογή τεχνητού εμπλουτισμού υπόγειων υδροφορέων.
- Κίνητρα για μετατροπή συμβατικών καλλιεργειών σε βιολογικές.
- Καλλιέργεια φυτών, που απαιτούν μικρές ποσότητες νερού.

- Φύτευση δένδρων στα πρανή για την αποφυγή της διάβρωσης.
- Προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση και την υφαλμύρωση.
- Εφαρμογή των Κωδικών Ορθής Γεωργικής Πρακτικής.
- Νομοθετικά μέτρα.
- Εκσυγχρονισμός ΓΟΕΒ – ΤΟΕΒ.
- Νέες τεχνολογίες διαχείρισης του νερού στη βιομηχανία.
- Εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής για την αειφορία του πόρου και την αποφυγή σπατάλης νερού.
- Προστασία των σημείων υδροληψίας υπόγειου νερού, που προορίζεται για ύδρευση.

Κυρίως όμως απαιτείται η δημιουργία ενός αυτόνομου κρατικού φορέα διαχείρισης των υδάτων στο υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας, στον οποίο θα συμμετέχουν και εκπρόσωποι των αγροτών και της αυτοδιοίκησης, εκτός από τους εκπροσώπους του κράτους.

Το πρόβλημα της μείωσης της ποσότητας των υδάτων μπορεί να αντιμετωπιστεί με τεχνητή επαναπλήρωση του υδροφόρου ορίζοντα, που θα συμβάλλει στην άνοδο της στάθμης του (Σούλιος, 2004, Γεωργακόπουλος, 2006). Στη Θεσσαλία υπάρχουν περιοχές, όπου θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί τεχνητός εμπλουτισμός, όπως στα Φάρσαλα, τον Τύρναβο, την Υπέρεια, τα Ορφανά και αλλού (Πολύζος & Σοφιός, 2008). Ο τεχνητός εμπλουτισμός μπορεί να γίνει με τη χρήση των αστικών και βιομηχανικών λυμάτων για τον εμπλουτισμό των υπόγειων υδροφορέων, που θα συμβάλλει και στην προστασία από την υφαλμύρωση (Miller, 2004, Κούγκολος, 2007).

6.2.2 - Αντιμετώπιση των προβλημάτων ποιότητας των υδατικών πόρων

Πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι οι ποταμοί της Ελλάδας δεν είναι μόνο αντικείμενα εκμετάλλευσης για ύδρευση, άρδευση, απόρριψη ρυπαντικών φορτίων και αναψυχή με την εκμετάλλευση των παρόχθιων περιοχών. Η συνεχής παρέμβαση στις φυσικές διεργασίες των ποταμών έχει συνέπειες στη βιοποικιλότητα και στην ποιότητα ζωής του σήμερα και του μέλλοντος (Χατζηνικολάου, 2007). Η διατήρηση καλής ποιότητας των υδάτων έχει μεγάλη σημασία για την προστασία του περιβάλλοντος και του οικοσυστήματος.

Η Μουρκίδου (2012) αναφέρει ότι το Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων της Διεύθυνσης Σχεδιασμού Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Αξιοποίησης Εδαφοϋδατικών Πόρων του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και το Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης παρακολουθούν το βαθμό ρύπανσης αρδευτικών υδάτων (ποταμών, λιμνών, ρεμάτων, ταμιευτήρων – φραγμάτων, υπόγειων υδάτων και υδάτων, που αποστραγγίζονται από αρδευόμενες καλλιέργειες) της Μακεδονίας, της Θράκης και της Θεσσαλίας. Η έρευνα περιλαμβάνει και τον Πηνειό ποταμό.

Ο κύριος στόχος είναι ο προσδιορισμός της ποιότητας των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων με τον προσδιορισμό των πιθανών μηχανισμών κίνησης του νερού και της διασποράς ρύπων. Για το σκοπό αυτό θα λειτουργήσει Δίκτυο Σταθερών Θέσεων Δειγματοληψίας, προκειμένου να γίνει προσδιορισμός των πηγών ρύπανσης των υδάτων, κυρίως αυτών, που προέρχονται από τις γεωργικές δραστηριότητες μέσω της χρήσης γεωργικών φαρμάκων στις καλλιέργειες. Παράλληλα, θα προσδιοριστούν οι σημειακές πηγές ρύπανσης.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60, για να επιτευχθεί τουλάχιστον καλή οικολογική κατάσταση στα νερά του Πηνειού, θα πρέπει να περιοριστούν τα ρυπαντικά φορτία, που καταλήγουν στο ποτάμι και να γίνουν έργα αποκατάστασης των υποβαθμισμένων τμημάτων του ποταμού.

Ο Χατζηνικολάου (2007) αναφέρει ότι για την αποτελεσματική διαχείριση των ρυπαντικών φορτίων στον Πηνειό απαιτείται αυτή να γίνει σε επίπεδο λεκάνης απορροής και όχι τοπικά από τις τοπικές υπηρεσίες, λαμβάνοντας υπόψη σημειακά και μη ρυπαντικά φορτία. Προτείνει την εγκατάσταση ενός εκτεταμένου δικτύου παρακολούθησης για την εκτίμηση των ρυπαντικών φορτίων κατά τη μεταφορά τους μέσα στον ποταμό. Έτσι, θα μπορεί να γίνει εκτίμηση των περιοχών με το μεγαλύτερο πρόβλημα συσσώρευσης φορτίων, ώστε να ακολουθήσουν μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος.

Παράλληλα, πρέπει να παρακολουθούνται διάφοροι παράμετροι μέσω μαθηματικών ομοιωμάτων, όπως θερμοκρασία, θολερότητα, βιοχημικώς απαιτούμενο οξυγόνο, διαλυμένο οξυγόνο, ολικά, διαλυμένα και αιωρούμενα στερεά, σκληρότητα, χλωριότητα, ανθρακικά, νάτριο, αλκαλικότητα, pH, τοξικά στοιχεία και οργανικές ενώσεις, έλαια και απορρυπαντικά, κολοβακτηρίδια. Οι χημικές αναλύσεις μπορούν να περιλαμβάνουν και τοξικολογικές αναλύσεις, χρησιμοποιώντας έμβιους οργανισμούς σαν δείκτες πχ. *Daphnia magna*. Η παρακολούθηση των παραπάνω μπορεί να

συμβάλλει στην πρόγνωση της χωροχρονικής εξέλιξης της ρύπανσης και να οργανωθεί έτσι ένα σύστημα ελέγχου και μέτρων (Ξανθόπουλος, 1979, Μαρκαντωνάτος, 1990).

6.2.2.1 - Γεωργία

Στον τομέα της γεωργίας ο Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, που βρίσκεται στο ΦΕΚ Β 477/2000 μπορεί να βοηθήσει τους γεωργούς στην εφαρμογή φιλικών πρακτικών προς το περιβάλλον, προκειμένου να αυξήσουν το εισόδημά τους, προστατεύοντας όμως το περιβάλλον. Ο κύριος στόχος του Κώδικα όμως είναι η αποτροπή της ρύπανσης των υπογείων και των επιφανειακών νερών από τη συσσώρευση νιτρικών λόγω διήθησης ή επιφανειακής απορροής.

Ο Κώδικας αναφέρει ότι για την αποφυγή της έκπλυσης των νιτρικών λόγω επιφανειακής απορροής κατά την περίοδο του φθινοπώρου και του χειμώνα, όπου παρατηρούνται βροχοπτώσεις, και για την προστασία των επιφανειακών νερών από τη νιτρορρύπανση, απαιτείται φυτοκάλυψη των εδαφών, η οποία ταυτόχρονα προστατεύει τα εδάφη και από τη διάβρωση. Συνεπώς, είναι απαραίτητη η καλλιέργεια των εδαφών με φθινοπωρινές ή χειμωνιάτικες καλλιέργειες (π.χ. σιτηρά) όσο το δυνατό πιο πρώιμα. Ειδικά στη Θεσσαλία πρέπει να ληφθούν μέτρα για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση, σύμφωνα με την Οδηγία 91/676/ΕΟΚ, αφού η περιοχή αποτελεί ευαίσθητη ζώνη και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Για την ορθή διαχείριση εδάφους και νερού προτείνεται η επιφανειακή καλλιέργεια του εδάφους, προκειμένου να είναι μειωμένη η απορροή, καλλιέργεια κατά ισοϋψείς, για να συγκρατείται το νερό και να αποφεύγεται η διάβρωση του εδάφους, φυτοκάλυψη για την αποφυγή απωλειών νερού λόγω εξάτμισης, παρουσία οργανικής ουσίας στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους για την αύξηση της υδατοϊκανότητας, καθώς και επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την καταστροφή των ζιζανίων.

Η ορθή διαχείριση της καλλιέργειας περιλαμβάνει επιλογή της καλλιέργειας με βάση τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και τη διαθεσιμότητα νερού, επιλογή καλλιέργειας ή ποικιλιών με όσο το δυνατό μικρότερο διάστημα καλλιέργειας, ορθή χρήση λιπασμάτων – κυρίως βραδείας αποδέσμευσης - σύμφωνα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας. Κυρίως όμως προτείνεται η λειτουργία ενός ενιαίου φορέα, που θα διαθέτει τη γνώση και το εξειδικευμένο προσωπικό για τη στήριξη τόσο των φυσικών πόρων, όσο και των καλλιεργητών.

Σημαντική είναι και η διαχείριση των λιβαδιών, αφού με την έναρξη της βόσκησης μειώνεται σημαντικά η πρόσληψη των νιτρικών από τα φυτά, ενώ τα ζώα παράγουν ούρα και κοπριά με ταυτόχρονη έκπλυση νιτρικών. Είναι απαραίτητο, συνεπώς, να αποσύρονται τα ζώα, που βόσκουν, από τις βοσκές το συντομότερο δυνατό, να γίνονται εργαστηριακοί έλεγχοι των εδαφών για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε άζωτο και να υπάρχει φυτοκάλυψη στο λιβάδι κατά το φθινόπωρο και το χειμώνα.

Η εφαρμογή των λιπασμάτων είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη των καλλιεργειών και την αύξηση της συγκομιδής. Ωστόσο, οι γεωργοί πρέπει να συνειδητοποιήσουν τις συνέπειες και τους κινδύνους από τη λανθασμένη εφαρμογή των λιπασμάτων, κυρίως των αζωτούχων, που ευθύνονται κύρια για τη νιτρορρύπανση στα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά και να συμβάλλουν στην προστασία των φυσικών πόρων, κυρίως του εδάφους και των υδάτων, εφαρμόζοντας σωστές αγροτικές μεθόδους. Μεγάλες ποσότητες αζωτούχων λιπασμάτων προκαλούν απώλειες νιτρικών, λαμβάνοντας υπόψη, βέβαια, τις βροχοπτώσεις, τις εφαρμοζόμενες αγροτικές πρακτικές, το χρόνο εφαρμογής της λίπανσης, καθώς και την οργανική ουσία, που υπάρχει στο έδαφος. Συνεπώς, η μη ορθολογική χρήση των λιπασμάτων μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αγροτική παραγωγή και να δημιουργήσει σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα.

Η σωστή εφαρμογή του αρδευτικού νερού από τους γεωργούς είναι εξίσου σημαντική και μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των νιτρικών στα υπόγεια νερά, σύμφωνα με τον Κώδικα. Βέβαια, θεωρητικά, είναι δύσκολο να υπάρξει η ιδανική εφαρμογή νερού και θρεπτικών στις καλλιέργειες. Η εφαρμογή του νερού πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρχουν οι ελάχιστες απώλειες νερού και θρεπτικών λόγω βαθειάς διήθησης και επιφανειακής απορροής. Παράλληλα, το λίπασμα πρέπει να εφαρμόζεται στη σωστή ποσότητα, με το σωστό τρόπο, σταδιακά με κατάλληλο χρόνο εφαρμογής, λαμβάνοντας υπόψη την κλίση του εδάφους, το μήκος της διαδρομής του νερού μέσα στην καλλιέργεια, τη διηθητικότητα του εδάφους και τη μέθοδο της άρδευσης.

Οι κατά τόπους Διευθύνσεις Αγροτικής Ανάπτυξης – Γεωργίας, τα Π.Ε.Γ.Ε.Α.Α. και το ΕΘΙΑΓΕ δίνουν οδηγίες στα «Πρακτικά λίπανσης», που εκδίδουν, για την ορθολογική χρήση των λιπασμάτων. Αναφέρουν το είδος του λιπάσματος, που πρέπει να εφαρμοστεί ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, τις ποσότητες, που πρέπει να εφαρμοστούν στον κατάλληλο χρόνο, τις αποστάσεις ασφαλείας, όπου γίνεται η

εφαρμογή, από όχθες ποταμών και λιμνών (5 μέτρα), καθώς και από κανάλια άρδευσης, στράγγισης, πηγάδια και γεωτρήσεις (0,5 μέτρα), οδηγίες για τη σωστή εφαρμογή, όπως για παράδειγμα να μη γίνεται εφαρμογή λιπάσματος, όταν δεν επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες (πχ. ισχυροί άνεμοι), καθώς και οδηγίες για τη μεταφορά και αποθήκευση των λιπασμάτων.

Ο Κώδικας συνιστά την εφαρμογή γεωργικών φαρμάκων για την προστασία των καλλιεργειών από επιβλαβείς οργανισμούς. Απαιτείται όμως προσοχή κατά τη χρήση, την αποθήκευση και τη μεταφορά των γεωργικών φαρμάκων για την προστασία των καλλιεργειών, των έμβιων οργανισμών και του περιβάλλοντος γενικότερα. Τα απόβλητα των γεωργικών φαρμάκων (στερεά - συνήθως κοκκώδης σκόνη - ή υγρά) χρειάζονται ιδιαίτερη μεταχείριση. Το αρδευτικό και το πόσιμο νερό κινδυνεύουν από τα απόβλητα αυτά, οπότε τα υπόλοιπα υγρών γεωργικών φαρμάκων πρέπει να διασκορπίζονται στο έδαφος μακριά από πηγές νερού, που προορίζεται για πόση ή άρδευση.

6.2.2.2 - Κτηνοτροφία

Οι Κώδικες δίνουν οδηγίες και για τον τομέα της κτηνοτροφίας και μπορούν να συμβάλλουν στη σωστή διαχείριση των βοσκοτόπων, την υγιεινή και καλή διαβίωση των ζώων και τη διαχείριση των αποβλήτων της κτηνοτροφικής εκμετάλλευσης.

Οι Κώδικες αναφέρουν ότι η διαχείριση των αποβλήτων στην κτηνοτροφία είναι πολύ σημαντική και εξαρτάται από το είδος των εκτρεφόμενων ζώων, τον αριθμό τους, το είδος σταυλισμού, τον τρόπο συλλογής και απομάκρυνσης των αποβλήτων από τους χώρους εκτροφής, τον τρόπο αποθήκευσης και την περιεκτικότητάς τους σε ολικά στερεά.

Οι Κώδικες αναφέρουν λεπτομερώς οδηγίες για τη διαχείριση των αποβλήτων για κάθε είδος κτηνοτροφικής μονάδας (αιγοπροβατοστάσια, πτηνοτροφία, βουστάσια, χοιροστάσια), η οποία έχει σαν σκοπό (Μαρτζόπουλος, 1996):

- Τη μείωση της πιθανής μόλυνσης και ρύπανσης των υδάτων, του εδάφους και του αέρα
- Τη μείωση των δυσάρεστων εκπομπών
- Τη μείωση της υποβάθμισης της αισθητικής του τοπίου

- Τη χρησιμοποίησή τους σαν λίπασμα
- Τη μείωση του όγκου των παραγόμενων λυμάτων
- Καλό ρυθμό αποσύνθεσης των λυμάτων

Τα στερεά απόβλητα μπορούν να διαχειριστούν πιο εύκολα σε σχέση με τα υγρά απόβλητα. Το έδαφος είναι ο κύριος αποδέκτης των κτηνοτροφικών αποβλήτων, αφού μπορεί να αξιοποιήσει τα συστατικά τους. Η διάθεση των αποβλήτων πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται η απορροή. Επιπλέον, ο χώρος διάθεσής τους πρέπει να απέχει τουλάχιστον 50 μέτρα από επιφανειακά νερά και να λαμβάνονται μέτρα προστασίας των υπόγειων υδάτων.

Θεωρητικά, οι Κώδικες έχουν υποχρεωτική εφαρμογή και η μη τήρησή τους επισύρει ποινές. Πραγματοποιούνται έλεγχοι, όπου είναι δυνατό, προκειμένου να διαπιστωθεί η εφαρμογή των υποχρεώσεων των γεωργών και μπορεί να είναι επιτόπιος ή και εργαστηριακός, προκειμένου να γίνει έλεγχος υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων, βαρέων μετάλλων και άλλα, ενώ οι κτηνοτρόφοι ελέγχονται κυρίως για την κατάλληλη διαχείριση των αποβλήτων ανάλογα με το είδος των εκτρεφόμενων ζώων και τον τύπο του σταυλισμού. Επιπλέον, απαιτείται η λειτουργία μονάδας επεξεργασίας λυμάτων στην κτηνοτροφική εγκατάσταση.

Τα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορούν να επεξεργαστούν με φυσικές, χημικές, βιολογικές μεθόδους, με τις οποίες μπορεί να απομακρυνθούν οι ενώσεις του αζώτου και του φωσφόρου. Για να αξιοποιηθούν τα απόβλητα αυτά, μπορεί να ανακτηθεί ενέργεια με αναερόβια χώνευση και παραγωγή μεθανίου, καθώς και επαναχρησιμοποίηση των θρεπτικών συστατικών με χρήση της κοπριάς και ανακύκλωση των υγρών αποβλήτων και χρήση αυτών στη γεωργία, καθώς είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία (Μαρκαντωνάτος, 1990, Στουρνάρας, 2007).

Ωστόσο, τα κτηνοτροφικά απόβλητα είναι φορείς μικροβίων, που μπορεί να μεταδοθούν στους εργαζόμενους και τα ζώα, αλλά και στον υπόλοιπο πληθυσμό μέσω του νερού, προκαλώντας σοβαρές ασθένειες, όπως ηπατίτιδα, χολέρα, τουλαραιμία, αφθώδη πυρετό. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητος ο έλεγχος των κτηνοτροφικών αποβλήτων για την προστασία της δημόσιας υγείας, πριν αυτά καταλήξουν στον τελικό αποδέκτη (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Η διαχείριση των κτηνοτροφικών αποβλήτων πρέπει να διασφαλίζει την ασφαλή αποθήκευση και διάθεση των λυμάτων στους υδάτινους επιφανειακούς και υπόγειους αποδέκτες, αλλά και την πρόληψη της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα ζωικά λύματα,

όταν επεξεργαστούν σωστά, μπορούν τελικά να διατεθούν χωρίς να δημιουργήσουν περιβαλλοντικά προβλήματα. Η σωστή διαχείριση των λυμάτων πρέπει να αρχίζει πριν αρχίσει η παραγωγή τους από τα ζώα, καθώς τα πρώτα προϊόντα της μονάδας είναι τα λύματα (Μαρτζόπουλος, 1996).

6.2.2.3 - Αστικά υγρά απόβλητα

Στον τομέα της επεξεργασίας των αστικών υγρών αποβλήτων και της διάθεσής τους στους υδάτινους αποδέκτες, τα υγρά απόβλητα πρέπει να υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία πριν φτάσουν στον τελικό αποδέκτη, καθώς τα λιγοστά υδατικά αποθέματα, που είναι διαθέσιμα, πρέπει να προστατευθούν, ώστε να μην αποτελούν κίνδυνο για την υγεία και το περιβάλλον (Μαρκαντωνάτος, 1990).

Επιπλέον, καθώς στη Θεσσαλία παρατηρείται έλλειψη υδατικών πόρων, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες, τα επεξεργασμένα ύδατα των μονάδων επεξεργασίας λυμάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άρδευση πάρκων και μη βρώσιμων καλλιεργειών, αφού είναι πλούσια σε φυτικά θρεπτικά συστατικά νιτρικού και φωσφορικού άλατος, αλλά και για άλλους σκοπούς, όπως στη βιομηχανία ως νερό ψύξης και για πυροπροστασία και για τον εμπλουτισμό υπόγειων υδροφορέων. Η ιλύς, εφόσον καταστεί καλής ποιότητας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στις καλλιέργειες (Κουτσομήτρου κ.α., 2005). Η επαναχρησιμοποίηση νερού εφαρμόζεται σε πολλές χώρες και τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά.

6.2.2.4 – Βιομηχανικά απόβλητα

Στη βιομηχανία απαιτείται η εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας 96/61/ΕΟΚ για τον Ολοκληρωμένο Έλεγχο και την Πρόληψη της Ρύπανσης στη Βιομηχανία με εκσυγχρονισμό του μηχανολογικού εξοπλισμού, εκπαίδευση του προσωπικού, ορθολογική χρήση του νερού, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των υγρών αποβλήτων.

Η διαχείριση των βιομηχανικών απόβλητων πρέπει να γίνεται στον τόπο παραγωγής τους, όπου η χημική τους σύσταση είναι γνωστή και καλύτερα αντιμετωπίσιμη. Οι βιομηχανίες, των οποίων τα υγρά απόβλητα καταλήγουν στον Πηνειό, είναι υποχρεωμένες να τηρούν αυστηρές προδιαγραφές στη διάθεση των

αποβλήτων τους με πλήρη λειτουργία των εγκαταστάσεων καθαρισμού και επεξεργασίας λυμάτων τους και την εφαρμογή αντιρρυπαντικής τεχνολογίας.

6.2.2.5 - Άλλες πηγές ρύπανσης

Η διαχείριση των απορριμμάτων είναι εξίσου σημαντική για την προστασία του νερού και του εδάφους από τη ρύπανση και τη μόλυνση. Απαιτείται το κλείσιμο των παράνομων χωματερών και ο ενταφιασμός των απορριμμάτων σε κατάλληλους χώρους, αφού αφαιρεθούν τα υλικά, που μπορούν να ανακυκλωθούν. Στους χώρους αυτούς, ΧΥΤΑ ή ΧΥΤΥ, που δημιουργούνται μετά από λεπτομερή ανάλυση του χώρου, τα απορρίμματα αφού αποτεθούν, συμπυκνώνονται και καλύπτονται από γαιώδη υλικά. Με τον τρόπο αυτό, τα απορρίμματα δε βρίσκονται σε επαφή με ζώα ή πτηνά, δε μπορούν να παρασυρθούν από τον άνεμο και δεν εκλύονται δυσάρεστες οσμές (Καλλέργης, 2001).

Το σημαντικότερο όλων όμως ίσως είναι η σωστή ενημέρωση του κοινού, που χρησιμοποιεί το νερό, για την εξοικονόμησή του και την προστασία της ποιότητάς του σε όλους τους τομείς. Με τις κατάλληλες ρυθμίσεις είναι δυνατό να προστατευτούν οι υδατικοί πόροι, ώστε να καταστούν διατηρήσιμοι φυσικοί πόροι και να μπορέσουν να καλύψουν τις ανθρώπινες ανάγκες σήμερα αλλά και στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Αϊβαλιώτου Α. (2010). *Η Λάρισα και ο Πηνειός – Σχέσεις ζωής. Μια αρχέγονη σχέση από τα βάθη των αιώνων στην ιστορία και τη σύγχρονη πραγματικότητα*. Ημερίδα ΤΕΕ – Τμήμα Κ. & Δυτ. Θεσσαλίας «Το υγρό στοιχείο – εργαλείο αστικού σχεδιασμού.
- Αγγελίδης Μ., Λέκκας Θ., Αλμπάνης Τ. (2005). *Ρύπανση των υδάτινων πόρων της Ελλάδας*. Πρακτικά Συνεδρίου «Ελληνικοί Υδάτινοι Πόροι: Μια ρεαλιστική προσέγγιση.» Αθήνα.
- Αθανασάκης Α., Κουσουρήs Θ. (1987). *Οικολογική παιδεία και περιβαλλοντική αγωγή*. Αθήνα.
- Αλεξάκης Δ. *Διαχείριση υδατικών πόρων. Θεματική ενότητα: Χαρακτηριστικά και μετρήσεις υδατικών πόρων*. Εθνικό Κέντρο Δημόσιας Διοίκησης & Αυτοδιοίκησης (Ε.Κ.Δ.Δ.Α.)
- Ανδριανάκη Μ. (2007). *Ελεγχόμενη Φυσική Αποκατάσταση Ρύπων στη Λεκάνη Απορροής του ποταμού Ευρώτα*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης. Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος. Χανιά.
- Αντωνόπουλος Β. Ζ. (2001). *Ποιότητα και ρύπανση υπόγειων νερών*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
- Γκατζιούρα Α., Κάγκαλου Ι., Λασπίδου Χ., Λουκάς Α. (2012). *Ανάλυση πιέσεων στη «νέα» λίμνη Κάρλα με τη μεθοδολογία DPSIR*. 1^ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Θεσσαλίας, Σκιάθος, 8-10 Σεπτεμβρίου 2012.
- Γεμενή Β., Σαμαντζή Β. (2003). *Η επίδραση της νεοτεκτονικής στη διαμόρφωση των υδρογεωλογικών συνθηκών της ευρύτερης περιοχής Τυρνάβου (Αν. Θεσσαλία)*. Διπλωματική Εργασία. Τμήμα Γεωλογίας. Σχολή Θετικών Επιστημών. Εθνικό και ΑΚαποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Γεωργόπουλος Α. (2006). *Γη. Ένας μικρός και εύθραυστος πλανήτης*. Εκδόσεις Gutenberg. Αθήνα.

- Γκούμας Κ. (1996). *Η διαχείριση των υδατικών πόρων στη Θεσσαλία και η λειτουργία του θεσμικού πλαισίου (Ν. 1739/87)*. Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Εγγειοβελτιωτικά έργα - Διαχείριση υδατικών πόρων - Εκβιομηχάνιση γεωργίας», σελ. 104-131, Λάρισα.
- Γκούμας Κ. (2012). *Σχέδια διαχείρισης υδατικών πόρων Θεσσαλίας: Ευκαιρίες και απειλές για το περιβάλλον και την ανάπτυξη*. Ημερίδα «Υδατικοί πόροι: Άνθρωπος – Περιβάλλον Ανάπτυξη», Τ.Ε.Ε., Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας, 26/6/2012, Λάρισα.
- ΔΕΥΑΛ. *Ημερίδα για τον Πηνειό ποταμό*. 29-30/05/1982. Λάρισα.
- ΕΘΙΑΓΕ (2001). *Συμπληρωματικές περιβαλλοντικές δράσεις του κανονισμού 2078/92/ΕΟΚ – Μελέτη φυσικών πόρων και παραγόντων, που επιδρούν στην απόδοση και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καλλιεργειών της Θεσσαλίας. Επέκταση του δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων υδροφορέων της Θεσσαλίας*. Λάρισα.
- ΕΘΙΑΓΕ. *Σχέδιο δράσης για τις ευαίσθητες περιοχές της Ελλάδας. (Οδηγία 91/676/ΕΟΚ) – Περιοχή Θεσσαλίας*.
- Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών (ΕΘΙΑΓΕ) (2012). *Πρόγραμμα “i-adaPt: Innovative approaches to halt desertification in Pinios: Piloting emerging technologies”*.
- Ευαγγελόπουλος Α. (2005). *Διαχειριστική μελέτη του υπόγειου υδάτινου δυναμικού περιοχών δικαιοδοσίας των Τοπικών Οργανισμών Εγγείων Βελτιώσεων (Τ.Ο.Ε.Β.) νομού Λάρισας*. Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Λάρισας. Δ/ση Ε.Β. Λάρισας.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2008). *Προστασία των Υπόγειων Υδάτων στην Ευρώπη. Η νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα υπόγεια ύδατα-Ενοποίηση του Κοινοτικού Ρυθμιστικού Πλαισίου*.
- Εφημερίδα «Η Θεσσαλία», 21-9-2003. *Κάρλα: Η πολιτεία του νερού*.
- Θάνος Μ. (1996). *Επίδραση του ταμιευτήρα Κάρλας στα υπόγεια νερά της ΝΑ περιοχής στην Ανατολική Θεσσαλία*. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου «Διαχείριση υδατικών πόρων», ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, Λάρισα, 13-16/11/96.

- Κάγκαλου Ι., Κορμάς Κ., Χ. Λασπίδου (2012). *Εκτίμηση της Πίεσης Ευτροφισμού στην Υπο-Ανασύσταση Λίμνη Κάρλα: Είναι Εφικτή η 'Καλή Οικολογική Κατάσταση' Μέχρι το 2015;* 2^ο κοινό συνέδριο ΕΥΕ-ΕΕΔΥΠ, Πάτρα, 11-13 Οκτωβρίου 2012.
- Καλλέργης Γ.Α. (2001). *Εφαρμοσμένη – Περιβαλλοντική υδρογεωλογία*. Έκδοση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Αθήνα.
- Καλιακάτσος Λ., Ανδρεαδάκης Α., Νουτσόπουλος Κ. (2006). *Ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών συστημάτων σε σύζευξη με εξελιγμένο υπολογιστικό σύστημα ΟΔΥΣΣΕΥΣ*. Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα. Τεύχος 7. Θεωρητική τεκμηρίωση μοντέλου εκτίμησης ρυπαντικών φορτίων Αθήνα.
- Καλλία Α. (2012). *Νομικό πλαίσιο για τη διαχείριση των υδατικών πόρων*. Ενημερωτικές συναντήσεις Περιφερειακών και Δημοτικών Συμβούλων 06-06-2012 – Διαχείριση υδατικών πόρων (<http://www.kallialaw.gr/>).
- Καλλιόγλου Κ. (2010). *Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων για τη «Μελέτη διαπλάτυνσης και παράπλευρων οδών στο τμήμα Ι/Κ Μεσοράχης – Ι/Κ Ελευθερών της Ε.Ο. Λάρισας – Καρδίτσας»*. Περιφέρεια Θεσσαλίας. Διεύθυνση Δημοσίων Έργων. Τμήμα Συγκοινωνιακών Έργων. Λάρισα.
- Καρυώτης Θ. (2003). *Ρύπανση Πηνειού και υπόγειων νερών*. Λάρισα.
- Κούγκολος Α. (2007). *Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Μηχανική*. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη.
- Κουτσογιάννης, Δ., Ανδρεαδάκης Α., Μαυροδήμου Ρ., Χριστοφίδης Α., Μαμάσης Ν., Ευστρατιάδης Α., Κουκουβίνος Α., Καραβοκυρός Γ., Κοζάνης Σ., Μαμάης Δ., Νουτσόπουλος Κ. (2008). *Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων, Υποστήριξη της κατάρτισης Εθνικού Προγράμματος Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων*. 748 σελίδες. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Φεβρουάριος 2008.
- Κουτσομήτρου Θ., Λαζαρίδη Κ., Αμπελιώτης Κ., Κώτσου Μ., Κυριακού Μ. (2005). *Αξιολόγηση της κατάστασης των υδάτων του τελικού αποδέκτη της μονάδας επεξεργασίας λυμάτων του Ν. Τρικάλων*. Heleco '05, ΤΕΕ, Αθήνα, 3-6 Φεβρουαρίου 2005.
- Λασπίδου Χρυσή. (2012). *Η υπο-ανασύσταση λίμνη Κάρλα: Μαθηματική προσομοίωση του κύκλου του αζώτου*. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

- Λέκκας Θ. (1996). *Περιβαλλοντική Μηχανική Ι. Διαχείριση υδατικών πόρων*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Τμήμα Περιβάλλοντος. Μυτιλήνη.
- Μαρίνος Γ., Θάνος Μ., Περλέρος Β., Καββαδάς Μ. (1996). *Το δυναμικό των υπόγειων υδάτων θεσσαλικής πεδιάδας και η υπερεκμετάλλευσή του*. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου «Διαχείριση υδατικών πόρων», ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, Λάρισα, 13-16/11/96.
- Μαρκαντωνάτος Γ. (1990). *Επεξεργασία και διάθεση υγρών αποβλήτων. Αστικά λύματα. Βιομηχανικά απόβλητα. Ζωικά απορρίμματα*. Επιμέλεια: Μαρκαντωνάτος Π. Αθήνα.
- Μαρτζόπουλος Γ. (1996). *Διαχείριση λυμάτων χοιροστασιών του κτηνοτροφικού πάρκου Φιλύρας – Τρικάλων*. Πρακτικά 2^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου «Εγγειοβελτιωτικά έργα - Διαχείριση υδατικών πόρων - Εκβιομηχάνιση γεωργίας», σελ. 454-477, Λάρισα.
- Μιγκίρος Γ. (2012). *Ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων στη γεωργία με χρήση νέων τεχνολογιών*. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μίχας Σ., Μαμάσης Ν. (2010). *Ευρωπαϊκές Οδηγίες για τα νερά. Κοινοπραξία Συστημάτων Υδροσκοπίου*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος.
- Μπέλεσης Α. (2012). *Κατάσταση εκμετάλλευσης των υδατικών συστημάτων Θεσσαλίας – Δυνατότητες – Προοπτικές*. Ημερίδα «Υδατικοί πόροι: Άνθρωπος – Περιβάλλον Ανάπτυξη», Τ.Ε.Ε., Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής & Δυτικής Θεσσαλίας, 26/6/2012, Λάρισα.
- Μπέλλος Δ. (2004). *Συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων – βαρέων μετάλλων και ραδιοκαίσιου στο νερό – Ίζημα και υδρόβια φυτά του ποταμού Πηνειού*. Διδακτορική Διατριβή. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Τμήμα Βιολογίας. Τομέας Βοτανικής. Θεσσαλονίκη.
- Μουρκίδης Γ. Α. (1982). *Γεωργική Χημεία. Β' Θρέψη Φυτού και Λιπάσματα*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων. Θεσσαλονίκη.
- Ξανθόπουλος Θ. (1979). *Δυνατότητες ορθολογικής αντιμετώπισης της ρυπάνσεως των υδάτων του Πηνειού*. ΤΕΕ – ΤΚΔΘ.

Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/EK (Water Framework Directive – WFD).

Παναγιωτόπουλος Δ., Παπαζάχος Κ. (2008). *Ενεργός τεκτονική της Θεσσαλίας και σεισμικότητα της Καρδίτσας*. 1^ο Αναπτυξιακό Συνέδριο Καρδίτσας. 8-10/2/2008. Καρδίτσα.

Παπαδοπούλου – Μουρκίδου Ε. (2012). *Έλεγχος χημικής ποιότητας αρδευτικών υδάτων (επιφανειακών και υπόγειων) σε κλίμακα λεκανών απορροής ποταμών Μακεδονίας – Θράκης και Θεσσαλίας*. Agrotica – HELEXPO.

Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Α. (1989). *Οι σεισμοί της Ελλάδας*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.

Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε. Π. Θεσσαλίας και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ορυκτολογίας και Γεωλογίας (2007). *Καταγραφή - Αξιολόγηση προτάσεων υδραυλικών έργων περιοχής Κάτω Ολύμπου – Όσσας – Μαυροβουνίου*.

Περιφέρεια Θεσσαλίας (2008). *Απαγορευτικά, περιοριστικά και λοιπά ρυθμιστικά μέτρα για την προστασία του υδατικού δυναμικού σε ολόκληρη την Περιφέρεια Θεσσαλίας*. Κανονιστική Απόφαση του Γενικού Γραμματέα Περιφέρειας Θεσσαλίας με Α.Π. 3163/102253/17-12-2008 (ΦΕΚ 2716Β'/31-12-2008). Γενική Διεύθυνση Περιφέρειας, Διεύθυνση Υδάτων, Λάρισα.

Πολύζος Σ., Σοφίος Σ., Γκούμας Κ. (2006). *Διαχρονικές μεταβολές του υπόγειου υδατικού δυναμικού της Περιφέρειας Θεσσαλίας και οι επιπτώσεις στην ανάπτυξη της περιφέρειας και το περιβάλλον*. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αγροτικής Οικονομίας. Αθήνα, 2-4 Νοεμβρίου 2006.

Πολύζος Σ., Σοφίος Σ. (2008). *Διαχείριση υδατικών πόρων και η οικονομική ανάπτυξη της Θεσσαλίας*. Στο Φυσικοί πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη. Επιμέλεια: Αραμπατζής Γ., Πολύζος Σ. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.

Σάκκας Ι. (2011). *Μέτρηση νιτρορρύπανσης σε υπόγεια νερά στην περιοχή της Λάρισας*. Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. ΠΜΣ. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Βόλος.

- Σαμαντζή Β., Λασπίδου Χ., Κούγκολος Α. (2012). *Ανάλυση χρήσεων γης της λεκάνης απορροής του Πηνειού ποταμού για τον προσδιορισμό περιβαλλοντικών πιέσεων*. 1^ο Περιβαλλοντικό Συνέδριο Θεσσαλίας, Σκιάθος, 8-10 Σεπτεμβρίου 2012.
- Σεφερλής Μ. (2006). *Εκτίμηση ανθρωπογενών πιέσεων και επιπτώσεων στα επιφανειακά ύδατα της Βόρειας Ελλάδας*. Περιοδικό Αμφίβιον, τεύχος 66. Θεσσαλονίκη.
- Σκουλικίδης Ν., Νικολαΐδης Ν., Ζαγγανά Ε., Περγιαλιώτης Π. (2001). *Η συνεισφορά της γεωργίας στη ρύπανση των υδάτων του κάτω τμήματος του Αχελώου ποταμού. Μεθοδολογία και πρώτα αποτελέσματα*. Δελτίο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρίας. Τομ. XXXIV/5, 1951-1957, Πρακτικά 9^{ου} Διεθνούς Συνεδρίου. Αθήνα.
- Σούλιος Γ. (2004). *Γενική Υδρογεωλογία. 3^{ος} τόμος*. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.
- Στουρνάρας Γ. (2007). *Νερό. Περιβαλλοντική Διάσταση και Διαδρομή*. Εκδόσεις Τζιόλα. Θεσσαλονίκη.
- Στουρνάρας Γ., Νάστος Π., Γιόζας Γ., Ευελπίδου Ν., Βασιλάκης Ε., Παρτσινεβέλου Σ.Α., Ηλιόπουλος Β. (2011). *Επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά σώματα του Ελλαδικού χώρου*. Επιτροπή μελέτης επιπτώσεων κλιματικής αλλαγής.
- Θ. Στυλιανάκης & ΣΙΑ Ε.Ε. (2006). *ΠΕΣΔΑ Περιφέρειας Θεσσαλίας - 1^η Αναθεώρηση*.
- Στυλιανάκης Θ. (2008). *Ολοκληρωμένο σχέδιο αξιοποίησης γεωργοκτηνοτροφικών και αστικών αποβλήτων για κομποστοποίηση και άλλες χρήσεις*. Α' φάση. Λάρισα.
- Σύνδεσμος χημικών Θεσσαλίας (1989). *Η βιομηχανική ανάπτυξη στη Θεσσαλία και οι επιπτώσεις στα οικοσυστήματα της περιοχής*. Ημερίδα: Έργα επεξεργασίας λυμάτων – Ανάπτυξη και προστασία περιβάλλοντος. ΤΕΕ, τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας, ΔΕΥΑ Λάρισας, ΔΕΥΑ Μείζονος Βόλου, ΔΕΥΑ Καρδίτσας, ΔΕΥΑ Τρικάλων. 08/04/1989 Λάρισα.
- ΤΕΕ, Τμήμα Κεντρικής και Δυτικής Θεσσαλίας (1982). *Επίπεδα ρύπανσης Πηνειού*.
- Τσιότρας Χ. (1979). *Το πρόβλημα της ρυπάνσεως των επιφανειακών ρευμάτων – Βιομηχανικά απόβλητα – Προτάσεις για το θεσσαλικό χώρο*. ΤΕΕ-ΤΚΔΘ.

- Υπουργείο Γεωργίας (1974). *Μελέτη Αναπτύξεως Υπογείων Υδάτων Πεδιάδος Θεσσαλίας*. Τελική έκθεση R 11971. Σύμβουλος SOGREAH GRENOBLE.
- ΥΠΕΧΩΔΕ (2006). *Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής των ποταμών Αχελώου και Πηνειού Θεσσαλίας*.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2009). *Ολοκλήρωση του σχεδιασμού των υπολειπόμενων έργων Δ.Α. και ΕΕΛ οικισμών Γ' Προτεραιότητας με πληθυσμό αιχμής > 2000 Μ.Ι.Π., ωρίμανση έργων ΔΑ και ΕΕΛ οικισμών Γ' Προτεραιότητας με χαμηλή ή καμιά ωριμότητα και Πρόγραμμα αποκατάστασης λειτουργικότητας ΕΕΛ σε αδράνεια. – Μέρος Α: Ολοκλήρωση του σχεδιασμού των υπολειπόμενων έργων Δ.Α. και ΕΕΛ οικισμών Γ' Προτεραιότητας με πληθυσμό αιχμής > 2000 Μ.Ι.Π. (Β' Φάση σχεδιασμού) – GR 14 Περιφέρεια Θεσσαλίας. 3ο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη*.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. Ειδική Γραμματεία Υδάτων. Κ/ΞΙΑ Διαχείρισης Υδάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας (2012). Παραδοτέο: *Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων του Σχεδίου Διαχείρισης της Λεκάνης Απορροής Ποταμού (Υδατικού Διαμερίσματος) Θεσσαλίας*. Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, σύμφωνα με τις Προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογή του Ν. 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής. *Πιλοτική Μελέτη στη Λεκάνη Απορροής του Ποταμού Πηνειού Θεσσαλίας*.
<http://www.minenv.gr/pinios/page5.html>
- ΦΕΚ Β 477/2000 - Απόφαση 85167/820. *Κώδικας Ορθής Γεωργικής Πρακτικής*.
- Χατζηνικολάου Γ. (2007). *Επίδραση διαχειριστικών πρακτικών στην ποιότητα νερού και στην οικολογία των ποταμών της Ελλάδας. Ο Πηνειός (Θεσσαλίας) ως ειδική περίπτωση μελέτης*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τόμος Α: σελ. 229 και τόμος Β: σελ. 470.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Andreadakis* A. E. Gavalakis, L. Kaliakatsos, C. Noutsopoulos, A. Tzimas (2006). *The implementation of the Water Framework Directive (WFD) at the river basin of Anthemountas with emphasis on the pressures and impacts analysis*. Desalination 210 1–15.
- Bellos D., Sawidis T., Tsekos I. (2004). *Nutrient chemistry of River Pinios (Thessalia, Greece)*. Environment International 30. 105– 115.
- Chivas D., Reganold J.P. (2010). *Natural Resource Conservation*. 10th edition.
- Fytianos K., Siumka A., Zachariadis G.A., Beltsios S. (2002). *Assessment of the quality characteristics of Pinios river, Greece*. Water, Air, and Soil Pollution, vol. 136, no. 1-4, 317-329.
- Konstantinou I.K., Hela D.G., Albanis T.A. (2006). *The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of Greece*. Part I. Review on occurrence and levels. Environmental Pollution 141. 555-570.
- Lapidou C.S., Liakopoulos A., Vaina V. (2006). *Mathematical Modeling and Simulation of Primary Productivity in the Constructed Wetland of Carla, Greece*. Protection and Restoration of the Environment VIII, Chania, Greece: 3-7 July 2006.
- Lapidou C.S., Vaina V., Liakopoulos A. (2008). *A detailed ecosystem model of phosphorus dynamics in the constructed wetland Carla in Central Greece*. Proceedings of the Protection and Restoration of the Environment IX, Kefalonia, Greece: 29 June – 3 July, 2008.
- Lapidou C.S., Vaina V. (2009). *Ecosystem modeling of sediment dynamics in the constructed wetland Carla in Central Greece*. International Journal of Design & Nature and Ecodynamics, 3(4):273-280.
- Lapidou C.S., Kakoulidis I., Loukas A. (2011). *Ecosystem simulation modeling of nitrogen dynamics in the constructed wetland Carla in Greece*. Desalination and Water Treatment 33:61-67.

Miller T.G. Jr. (2004). *Περιβαλλοντικές επιστήμες*. Επιμέλεια Δρ Παυλόπουλος Κ. Εκδόσεις Ίων. Αθήνα.

Odum E. P. (1975). *Ecology*. 2nd edition.

Pimentel D. (1996). *Green revolution agriculture and chemical hazards*. The Science of the Total Environment 188 Suppl. S86-S98.

Withers P.J.A., Lord E.I. (2002). *Agricultural nutrient inputs to rivers and groundwaters in the UK: policy, environmental management and research needs*. The Science of the Total Environment 282-283, 9-24.

Δικτυακοί τόποι:

- <http://www.callisto.gr/pinios.php>
- http://www.eetaa.gr/enimeroseis/06-06-12/06062012_eisigisi_kallia.pdf
- <http://www.larissa-dimos.gr/larissa/city/phneios.shtm>
- <http://www.pineiosngo.org/>
- <http://www.thessalia.gr/pep/default.el.asp>
- <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=zj9Pd%2Bh03KQ%3D&tabid=438&language=el-GR>
- <http://el.wikipedia.org/wiki>